



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Determinación de parámetros hidráulicos comparativos en  
válvulas para sistema de riego tecnificado por aspersion en la  
localidad de Yanacancha, Huari 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Gambini Huaman, Elmer (orcid.org/0000-0001-6988-2222)

**ASESOR:**

Mg. Sagastegui Vasquez, German (orcid.org/0000 - 0003- 3182- 3352)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

HUARAZ – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

La tesis va dedicada en primer lugar a Dios por brindarme Sabiduría, fuerzas y Salud en cada momento de mi vida académica.

A mis padres Marcos Gambini Rivera y Benedicta Huaman Silva, a mis hermanos, quienes son mi principal motivo de superación.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por haber sido compañía en todo tiempo en mi vida académica y a mis Padres y Hermanos que en todo momento me impartieron consejos, aliento y motivación en cada decisión que emprendí. A mis docentes que me impartieron sus conocimientos en aras de forjar una mejor persona y como profesional en mí.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	10
3.2. Variables y operacionalización.....	10
3.3. Población, muestra y muestreo.....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Procedimientos .....	12
3.6. Método de análisis de datos .....	14
3.7. Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS.....	16
V. DISCUSIÓN .....	52
VI. CONCLUSIONES .....	60
VII. RECOMENDACIONES .....	61
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS .....	66

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Puntos de precisión BMs. ....	17
<b>Tabla 2.</b> Cédula de cultivo.....	18
<b>Tabla 3.</b> Cálculo de la demanda de agua y módulo de riego. ....	19
<b>Tabla 4.</b> Dimensionamiento del reservorio.....	20
<b>Tabla 5.</b> Cálculo hidráulico de la red de distribución.....	21
<b>Tabla 6.</b> Cálculo hidráulico en válvulas de diámetro de D=4" . ....	25
<b>Tabla 7.</b> Cálculo de presiones en válvulas de D=4" . ....	25
<b>Tabla 8.</b> Cálculo hidráulico en válvulas de diámetro de D=3" . ....	26
<b>Tabla 9.</b> Cálculo de presiones en válvulas de D=3" . ....	26
<b>Tabla 10.</b> Cálculo hidráulico en válvulas de diámetro de D=2.5" . ....	26
<b>Tabla 11.</b> Cálculo de presiones en válvulas de D=2.5".....	27
<b>Tabla 12.</b> Cálculo hidráulico en válvulas de diámetro de D=2" . ....	27
<b>Tabla 13.</b> Cálculo de presiones en válvulas de D=2".....	28
<b>Tabla 14.</b> Coeficiente de Flujo en válvulas D=4".....	34
<b>Tabla 15.</b> Coeficiente de Flujo en válvulas D=3".....	37
<b>Tabla 16.</b> Coeficiente de Flujo en válvulas D=2.5".....	40
<b>Tabla 17.</b> Coeficiente de Flujo en válvulas D=2".....	43
<b>Tabla 18.</b> Dotación Bruta de Riego por Jornada. ....	46
<b>Tabla 19.</b> Características del Aspensor Seleccionado.....	49

## Índice de gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Coeficiente de flujo (Cv) en el recorrido del vástago (% abierto) .....	33
<b>Gráfico 2.</b> Coeficiente de flujo (Cv) en el recorrido del vástago abierto al 95%...	34
<b>Gráfico 3.</b> Coeficiente de flujo (Cv) en el recorrido del vástago abierto al 75%...	35
<b>Gráfico 4.</b> Coeficiente de flujo (Cv) en el recorrido del vástago abierto al 87%...	36
<b>Gráfico 5.</b> Coeficiente de flujo (Cv) en el recorrido del vástago abierto fuera de los parámetros .....	37
<b>Gráfico 6.</b> Coeficiente de flujo (Cv) en el recorrido del vástago abierto a un 98%. .....	38
<b>Gráfico 7.</b> Coeficiente de flujo (Cv) en el recorrido del vástago abierto a un 94 %. .....	39
<b>Gráfico 8.</b> Coeficiente de flujo (Cv) en el recorrido del vástago abierto a un 90 %. .....	40
<b>Gráfico 9.</b> Coeficiente de flujo (Cv) en el recorrido del vástago abierto a un 97 %. .....	41
<b>Gráfico 10.</b> Coeficiente de flujo (Cv) en el Recorrido del vástago abierto a un 98 %. .....	42
<b>Gráfico 11.</b> Coeficiente de flujo (Cv) en el Recorrido del vástago abierto a un 58 % para diámetro de D=3" y en un 89% para un diámetro de D=2.5".....	43
<b>Gráfico 12.</b> Coeficiente de flujo (Cv) en el Recorrido del vástago abierto a un 62 % para diámetro de D=3" y en un 90% para un diámetro de D=2.5".....	44
<b>Gráfico 13.</b> Coeficiente de flujo (Cv) en el Recorrido del vástago abierto a un 81 % para diámetro de D=3" . .....	45

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Vista satelital del proyecto.....	16
<b>Figura 2.</b> Característica inherente de válvulas de control.....	29
<b>Figura 3.</b> Coeficientes de descarga Cv para líquidos.....	32
<b>Figura 4.</b> Características técnicas del aspersor.....	47
<b>Figura 5.</b> Rendimiento con dos boquillas 3.57 x 2.38 mm – 4.36 x 2.38 mm.....	47
<b>Figura 6.</b> Rendimiento con dos boquillas 4.76 x 2.38 mm – 5.55 x 3.17 mm.....	48
<b>Figura 7.</b> Pluviometría máxima (mm/h) admisible en función de la textura del suelo. .....	49
<b>Figura 8.</b> Tipos de patrones de riego.....	51

## Resumen

Esta investigación fue realizada en la Localidad de Yanacancha, Centro Poblado de Machac distrito de Chavín de Huantar en la provincia de Huari de la región Ancash. El tipo de investigación del proyecto es Aplicada, donde se dará a conocer el comportamiento hidráulico del agua en válvulas y los parámetros hidráulicos que se deben seguir para su diseño. En cuanto a la población y muestra estuvo conformada por válvulas para un Sistema de Riego Tecnificado por Aspersión en la Provincia de Huari que se sometió a una evaluación de su funcionamiento. La técnica empleada fue la observación in situ. El objetivo general fue determinar los Parámetros Hidráulicos Comparativos en Válvulas para Sistema de Riego Tecnificado por Aspersión en la Localidad de Yanacancha, Huari 2022. Como resultado principal se encontró para los parámetros 1,2,3,4 que a medida que se abre una válvula el recorrido de vástago varía entre el 0% hasta el 100%, cuanto más alto el Cv es más probable que la dimensión de la válvula sea mayor. Concluyendo que en el diseño de válvulas hidráulicas se corroboraron que existen válvulas que necesitan ser reemplazadas por otras de mayor dimensión para cumplir una función óptima, además, en los proyectos de riego tecnificado por aspersión en general no existen los diseños debidos de válvulas, tampoco toman en consideración ningún parámetro o norma alguna para que puedan garantizar una mejor eficiencia y abastecimiento del recurso hídrico. Finalmente se propone un adecuado diseño de riego en un sistema de riego por aspersión.

**Palabras Clave:** Válvulas, parámetros, red de distribución, riego tecnificado.

## **ABSTRACT**

This research was carried out in the town of Yanacancha, Populated Center of Machac, district of Chavín de Huantar, in the Huari province of the Ancash region. The type of research of the project is Applied, where the hydraulic behavior of water in valves and the hydraulic parameters that must be followed for its design will be announced. As for the population and sample, it was made up of valves for a Technified Sprinkler Irrigation System in the Province of Huari, which underwent an evaluation of its operation. The technique used was in situ observation. The general objective was to determine the Comparative Hydraulic Parameters in Valves for a Technified Sprinkler Irrigation System in the Yanacancha Town, Huari 2022. As a main result, it was found for parameters 1,2,3,4 that as a valve is opened stem travel ranges from 0% to 100%, the higher the Cv the larger the valve dimension is likely to be. Concluding that in the design of hydraulic valves, it was confirmed that there are valves that need to be replaced by others of greater dimension to fulfill an optimal function, in addition, in technical sprinkler irrigation projects, in general, there are no proper valve designs, nor do they take in consideration any parameter or norm so that they can guarantee a better efficiency and supply of the hydric resource. Finally, an adequate irrigation design is proposed in a sprinkler irrigation system.

**Keywords:** Valves, parameters, distribution network, technical irrigation.

## I. INTRODUCCIÓN

En un contexto donde los Proyectos de Inversión en materia hidráulica presentan falencias en cuanto a su sostenibilidad y durabilidad en el tiempo, es preciso analizar a qué se debe tal falencia, puesto que el rol desempeñado por las válvulas en un Sistema de Riego Tecnificado es de vital importancia para controlar el flujo de agua en cada momento, regulando la presión y el caudal, asegurando un funcionamiento óptimo; permitiendo de esta manera cultivos uniformes, por dotar cantidades homogéneas del recurso hídrico. Es una constante observar en los proyectos hidráulicos de riego tecnificado, el desperdicio del escaso recurso hídrico por fallas de las válvulas, ya que es el componente que más desgaste muestra en su etapa de funcionamiento de los proyectos de riego. Esta vulnerabilidad de los sistemas de riego tecnificado genera el incumplimiento de la operatividad de los proyectos durante su vida útil, que se deriva en un mal servicio hídrico para los pobladores beneficiarios de los proyectos. El factor Geográfico en donde se analiza la problemática presenta una población que tiene como actividad principal la agricultura, en la mayoría de casos las parcelas son en laderas con pendiente pronunciadas que incrementan la presión del fluido. Cuando el agua sigue en circulación dentro de la tubería, a pesar de haberse cerrado la válvula, el agua sigue en movimiento. La consecuencia de ello es que aguas arriba se produzca un alza de presión, superando ampliamente la presión normal de la red y, de manera opuesta, aguas abajo se presenta una baja de la presión atmosférica (**Huaman, 2018, p.58**). Por lo descrito, se plantea identificar las causas y los factores que determinan el deterioro prematuro de las válvulas en el sistema de riego en un proyecto específico que está en fase de operación en la localidad de Yanacancha, Distrito de Chavín. Se hará énfasis en determinar los parámetros hidráulicos, la calidad del material y los factores exógenos ambientales que estarían generando el deterioro en las válvulas de distribución del riego tecnificado de la localidad mencionada, para ello se harán uso de las normativas vigentes aplicables por el sector, en cuantos a los cálculos que son requeridos para tal fin y la calidad de los materiales que corresponde según los resultados obtenidos. Con los resultados derivados del análisis, en la presente investigación se harán las sugerencias para que el proyecto pueda corregir la falencia y brindar un servicio de calidad durante su vida útil. **Formulación del problema** que se pretende responder con la

pregunta: ¿Cuáles son los Parámetros Hidráulicos Comparativos en Válvulas para Sistema de Riego Tecnificado por Aspersión en la Localidad de Yanacancha, Huari 2022?. Por ello tenemos la **justificación de la investigación** radica en que los resultados que se derivan de la presente investigación, facilitaran a tomar decisiones y elegir de manera correcta la alternativa de solución más idónea para proyectos de riego tecnificado, enfocado en la componente de diseño de válvulas adecuadas acorde a la realidad de la localidad materia de estudio, por ser un problema tipo observado en la mayoría de proyectos en el ámbito del Distrito de Chavín, del mismo modo, permitirá proponer los parámetros a tener en cuenta para suplir estas falencias del desgaste acelerado de las válvulas, se analizará las causas que provocan este problema y se realizarán los cálculos requeridos para controlar el comportamiento hidráulico en esta importante componente del sistema de riego. Se verificará la calidad y el tipo de material utilizado en las válvulas y de cuáles serían las más recomendables y adecuadas para la realidad de la provincia de Chavín por presentar particularidad hidráulica en su funcionamiento del sistema, ello servirá como parámetro o referencia para los posteriores estudios del mismo tipo a fin de dar solución a este problema que aqueja a los ciudadanos de la localidad de Yanacancha. Identificar y explicar el deterioro acelerado de las válvulas en la infraestructura de riego tecnificado permitirá que el servicio de riego sea óptimo y constante durante su vida útil del proyecto, ya que en la actualidad las válvulas requieren ser cambiados antes de un año de funcionamiento del sistema de riego. **La hipótesis** que se plantea en la investigación es que: Si los parámetros Hidráulicos comparativos en el diseño de las válvulas en el sistema de riego tecnificado contribuirán con el abastecimiento óptimo de agua y el desarrollo sostenible en la Localidad de Yanacancha, Distrito de Chavín, Huari 2022.

La investigación persigue como **objetivo general** la de determinar los Parámetros Hidráulicos Comparativos en Válvulas para Sistema de Riego Tecnificado por Aspersión en la Localidad de Yanacancha, Huari 2022. **Como objetivos específicos** tenemos **a)** evaluar los cálculos hidráulicos en el diseño de válvulas; **b)** evaluar las válvulas adecuadas según la normativas y parámetros vigentes **c)** proponer el diseño del sistema de riego tecnificado por aspersión, de tal manera que el proyecto brinde un servicio constante durante su horizonte programado. Las

observaciones e información con lo que se cuenta es de primera fuente, puesto que la inspección realizada in situ recoge muestras del estado de deterioro de las válvulas, que es en tiempo record, a la vez, se ha tenido diálogos con los ciudadanos de la localidad y de las profesiones responsables de la ejecución, quienes manifiestan a detalle la problemática, que basado en ello se plantean los objetivos descritos.

## II. MARCO TEÓRICO

En la revisión de **antecedentes nacionales contamos con la tesis de Palomino (2016)** titulada “Diseño del sistema de riego por aspersión en función a la programación de riego”, plantea como objetivo establecer criterios para diseñar y evaluar un sistema de riego que esté acorde a las condiciones de distribución del uso de agua y que no demande altos requerimientos de presupuesto para su ejecución, lo relevante del trabajo para fines de la presente investigación es de como determina los parámetros de diseño en el componente de válvulas, para ello analiza las válvulas de aire, de purga y de control; la metodología utilizada es la fórmula empírica de Hazen Williams, con la ayuda del programa GestarCad 1.0, la investigación busca reducir la presión en los distintos desniveles de la topografía de la zona, para así de esta manera dar un respiro a las válvulas reductoras de presión, los parámetros para el diseño de válvulas es la diferencia de cuotas, la investigación concluye manifestando que el parámetro más determinante en su sistema es el manejo de presiones y tener en cuenta el factor topográfico para evitar desniveles muy pronunciadas. El trabajo de investigación de **Taco (2018)** “Diseño de válvula reguladora de caudal de chorro hueco para un salto neto máximo de 20 m y un caudal máximo de 15 m<sup>3</sup>/s”, se plantea como objetivo central identificar las fuerzas a las cuales está sometida una válvula, para luego hacer un análisis detallado de su resistencia de cada uno de sus componentes y determinar las medidas de diseño óptimo de la válvula según manifiesta la teoría de Howell Bunger; al inicio describe todas las características y los distintos tipos de válvula existente en el mercado, analiza el coeficiente de descarga, el comportamiento de la descarga mediante las ecuaciones de mecánica de fluidos, en el capítulo de diseño contempla los parámetros de entrada, tales como la energía, salto neto, el agua (Características) y las señales; en los parámetros de salida se tiene en cuenta el sonido, caudal, agua y las vibraciones; para la determinación del diámetro utiliza la fórmula del caudal, del mismo modo calcula la longitud y el área de salida del chorro hueco, posteriormente calcula las cargas axiales en la válvula, las cargas verticales, calcula el espesor y realiza el análisis de las fuerzas tanto de flexión como axial al cual está sometida una válvula, avalúa la presión en el cono deflector, determina las vibraciones, calcula el peso, centro de masa, finalmente el autor selecciona las componentes estándar e hizo el análisis de mecánica de fluidos del

índice de cavitación, golpe de ariete y la frecuencia natural. Las conclusiones más relevantes al que arriba la investigación son que en la operación el caudal de salida debería estar cercano al 80% de su capacidad y que el análisis estático y de vibraciones determina el espesor de la válvula. En su trabajo de investigación de **Guerrero (2016)** titulada “Ingeniería e implementación de un prototipo parcial de una válvula de control de flujo” plantea para realizar investigaciones de Instrumentación, esquemas de control, sistemas de detección, sistemas de seguridad, sistemas de monitoreo y diagnóstico de falla se recurre a prácticas tipo virtual, con simulaciones, cálculos porque el hecho de contar con una válvula de control con una altura de arte moderada trae incluidos factores económicos de adquisición notables. En **Antecedentes internacionales** encontramos a **Flores (2014)** “Estimación numérica de las pérdidas de carga del flujo en el interior de válvulas” realizada en la UNAM, donde plantea como objetivo determinar de manera numérica, mediante el código de dinámica de fluidos computacional; las pérdidas de carga del flujo en el interior de válvulas. Así mismo verifica sus estimaciones de manera comparativa e identifica los datos que contienen una correlación establecida. Pone en manifiesto que la selección que se realiza se hace con base a características que cumplen los diseños estándar, sin embargo existen casos en que los modelos especiales y de uso específicos requieren de una mayor atención en su control de calidad, otro aspecto importante en el proceso de selección de válvulas refiere la determinación de su tamaño, el cual tiene relación con la caída de presión a un volumen de flujo establecido y hace énfasis que para un diseño óptimo se requiere conocer las ‘características del flujo’ y que se obtienen con base en un análisis dinámico del sistema; la investigación se entra en la descripción y análisis del flujo mediante la simulación de los resultados del interior de cuatro tipos generales de válvulas encontrados en la industria (Válvula globo, tipo compuerta, de esfera y las de tipo mariposa), utilizando las ecuaciones de cantidad, de movimiento, así como el de la conservación de masa que gobiernan el estudio del fluido, ya sea por el método por volúmenes finitos, finalmente presenta se presenta la configuración dada a los modelos virtuales experimentales, los detalles de los valores de las variables físicas asignadas a los diferentes modelos para el análisis dinámico. La investigación concluye que, los cambios en el valor de la velocidad dan lugar a la generación de esfuerzos que

junto con la turbulencia del flujo propician una mayor disipación de la energía mecánica, esta disipación de energía genera una caída de presión en el flujo, del mismo modo, la caída de presión ( $\Delta P$ ) registrada para los diferentes tipos en el caso de apertura total para la válvula de globo o casi total para los otros modelos de válvulas, tiene un valor de 2,058.11[Pa] para la válvula de globo; 229.58[Pa] para la válvula de esfera; 133.13 [Pa] para la válvula de compuerta; y de 130.45[Pa] para la válvula de mariposa; en estos valores se observa menor caída de presión para las válvulas de bloqueo de tipo esfera, de tipo compuerta y de tipo mariposa, que son diseñadas para trabajo en condiciones de apertura y cierre total donde tienen un mejor desempeño; la válvula de globo presenta una caída de presión considerable aún en apertura total sin embargo su diseño permite la estrangulación del flujo con alta presión y un mejor funcionamiento a apertura intermedia entre el cierre total y la apertura máxima. En la Investigación de **Olaza y Pozo (2021)** "Diseño del sistema de riego a presión en los sectores Misquillí - Ambato", realizada en la Universidad Católica de Ecuador, se plantea diseñar una infraestructura de riego que contenga aspersores, en ella hace énfasis en un buen diseño de la válvulas puesto que, considera que no debería de haber desperdicio de agua de riego por ser escaso; para el diseño de las válvulas de aire toma en cuenta los efectos del vaciado de tuberías tales como el rol que cumplen las depresiones, que causan el ingreso del aire a las tuberías de manera abultada, y evitar así los aplastamientos, roturas y el colapso del sistema, del mismo modo toma en cuenta las acciones a realizar para eliminar las bolsas de aire, permitiendo el ligero ingreso de aire a las tuberías. Esto genera una perturbación en la libre circulación del agua y que en casos extremos provoca una obstrucción severa, para lo cual la finalidad es controlar el caudal transportado y las fluctuaciones de las pérdidas de energía; todos estos parámetros con la finalidad de reducir los costos de operación y mantenimiento. Ya que las capacidades nominales de las tuberías no aguantan las altas presiones al cual son sometidas, siendo lo más probable su rotura. Otro de los aspectos que analiza la investigación es la del dimensionamiento, en donde la salida del caudal de aire debe guardar proporción con el caudal de ingreso del agua, para garantizar ello el diseño debe contemplar una capacidad adecuada de las válvulas, con una presión diferencial de diseño ( $\Delta P$ ) de de 3,5 m.c.a para mejorar la eficiencia en el cierre y apertura de

las válvulas. Los parámetros tomados en cuenta en el dimensionamiento para el alivio rápido de válvulas, fueron las presiones de ajuste y alivio, para ello se empleó la ficha técnica de Dorot. La selección para las válvulas reductoras de presión tanto estáticas como dinámicas fue el regulador de 2". La conclusión más relevante de interés de la investigación es que el diseño contemplo parámetros tales como la velocidad máxima en las redes que fue de 2 m/s, con un 25% de capacidad de conducción adicional en las redes y de 25 a 40 m.c.a de presiones dinámicas. También en el trabajo de Investigación **Martínez (2015)** "Metodología de análisis estadístico de roturas en redes de distribución de agua" tesis doctoral gestada en la Universidad Politécnica de Madrid, en dicha investigación se estudia las presiones en las válvulas reductoras de presión (PVR) de manera experimental, estas válvulas de control controla la presión del agua aumentando o reduciendo la presión de la misma, en rangos aceptables para su correcto funcionamiento, aunque varíe su caudal de ingreso, la investigación manifiesta que hay dos sistemas de control que ejercen las válvulas, la primera de ellas sucede en las válvulas de acción directa, en donde aguas abajo la presión del fluido provoca que se desplace el opérculo, donde la válvula controla el paso del agua ; este mecanismo de la válvula permite que el grado de apertura disminuya al incrementarse la presión agua abajo, lo que produce una mayor pérdida de carga aguas abajo, a causa de la presión, el segundo control sucede en las válvulas pilotadas, estas controlan la presión de manera automática, porque contiene un resorte que cumple un rol de establecer parámetros para no excederse de la presión y derivar en el fallo de la funcionalidad de la infraestructura. El resorte tiene límites máximos de desplazamiento, el cual se le conoce como Carrera, que usualmente es superior a su valor anterior, existen mecanismos de ajuste de presiones, a través de una constante de resorte, este manejo adecuado de los resortes a través de las distintas presiones garantiza su buen funcionamiento y su durabilidad, dicho control se puede hacer de manera automática o manual. La investigación concluye manifestando que los indicadores más influyentes en la rotura en Madrid fueron la diferencia de presiones que se traduce en rangos elevados de presiones no controlados, otro factor es la variabilidad de la presión, que contiene parámetros estadísticos de desviación típica, todo ello teniendo un rol protagónico de las válvulas, para evitar roturas de tuberías en el sistema.

En lo que respecta en la teoría de la primera variable parámetros hidráulicos comparativos en válvulas, según Singla (2017) señaló que “Las válvulas, con su control y posicionamiento asociados, merecen una atención muy importante de seguridad y la estabilidad de los sistemas hidráulicos. Especialmente muy importante en el ámbito de la realidad” (p.10). Para Rivadeneira (2013) los parámetros hidráulicos “Es necesario conocer todos los conceptos hidráulicos referentes al diseño y construcción de una bomba de ariete hidráulico, para poder tener una base de conocimientos firme” (p. 15). Asimismo, Malca y Quiroz (2016) en su investigación señalaron sobre “los parámetros hidráulicos que la presión es la magnitud que relaciona la fuerza con la superficie sobre la que actúa, es decir, equivale a la fuerza que actúa sobre la unidad de superficie” (p. 23).

Por otra parte, Méndez (2022) define sobre válvulas hidráulicas “Una válvula es elemento mecánico que regula, restringe o detiene la circulación del flujo interno al accionar elementos internos en forma mecánico o algún mecanismo de control” (p. 14).

Clasificación general de las válvulas hidráulicas, según Méndez (2022), “De maniobra: funcionamiento manual, funcionamiento automático. De regulación: reducción de presión, sostenedoras de presión, sostenedoras retenedoras. De protección: alivio rápido, retención, reductora de presión, control de bombeo. De control: de altitud, limitadores de caudal, volumétricas, de llenado” (p. 27).

Respecto a las dimensiones de la variable Parámetros Hidráulicos Comparativos en Válvulas: Diseño Hidráulico, según Castellanos et al. (2017), “El diseño hidráulico sincroniza el conjunto de dispositivos y accesorios de riego para permitir el traslado de una determinada cantidad de agua, hasta el área destinada al cultivo, minimizando las pérdidas y maximizando la eficiencia” (p. 8). Para Barberán (2008) “La determinación de los parámetros para cada actividad que se desarrolla durante el crecimiento de los caudales, únicamente se le puede realizar en el área de trabajo todos los procesos que contengan los parámetros de la válvula” (p. 38).

Teorías de la segunda variable sistema de riego tecnificado por aspersión, los autores López et al. (2013) definieron en su estudio sobre riego tecnificado por aspersión “El riego por aspersión sigue siendo uno de los sistemas de riego a

presión más importantes. Por tanto, este sistema de riego juega un papel importantísimo dentro del sector del riego por aspersión” (p. 12). Para, Arrascue y Huamán (2021) “El aspersor es uno de los principales componentes, el cual se define como el elemento que se encarga de distribuir el recurso hídrico en forma de lluvia sobre el regadío” (p. 28). Así mismo, Cavani (2018) define el riego tecnificado por aspersión “El riego por aspersión es un sistema de riego a presión que implica una lluvia uniforme cuyo objetivo es la infiltración en el mismo punto donde caen las gotas” (p. 16).

De la misma forma, Arrascue y Huamán (2021) señalaron las ventajas y desventajas sobre riego tecnificado por aspersión “Las ventajas: Permite el regado en terrenos con pocas homogeneidades, aprovechamiento de la superficie del terreno, beneficio para las primeras fases de sembrío. Desventajas: la humedad que genera el riego por aspersión hace que aparezcan deficiencias de las plantas” (p. 21).

Por otro lado, Ramos y Báez (2013), determinaron los componentes de un sistema de riego por aspersión “Los componentes mínimos que debe tener una instalación de riego por aspersión son: Unidad o grupo de bombeo, tuberías principales y secundarias, hidrantes o bocas de riego, elementos de control y regulación, tubería lateral o ramal de riego” (p. 38).

Dimensiones de la segunda variable sistema de riego tecnificado por aspersión: análisis de resultados, según Bonet (2016) “Esta permite determinar las características químicas del agua de riego, con el objetivo de conseguir un rendimiento óptimo del cultivo, sin producir efectos perjudiciales en el suelo” (p. 13).

Los autores Mazabel y Caldera (2018) definen “Las capacidades operativas se refieren a la utilización de la infraestructura y conocimientos disponibles para fabricar productos y servicios que optimicen su uso, con el fin de lograr niveles de eficiencia y productividad en las empresas” (p. 5).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de investigación:

El proyecto de investigación es **Aplicada**, donde se dará a conocer el comportamiento hidráulico del agua y el uso de las válvulas, se empleará el software Excel para obtener los cálculos donde esta será corroborada por las normas técnicas.

Según Teodoro (2018), menciona que la investigación sea de tipo aplicado de esa manera mejorar, perfeccionar u optimizar el funcionamiento de los sistemas, los procedimientos, normas, reglas.

##### Diseño de Investigación:

El diseño de la investigación es No experimental, descriptivo y analítico; donde se obtendrá una muestra representativa, se realizará la observación y se analizará los resultados.

Según Hernández (2019), se define como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos.

#### 3.2. Variables y operacionalización

Son factores que intervienen tanto como causa o resultado dentro del proceso o fenómeno de la realidad que forma una parte esencial de la estructura del experimento, se caracteriza por tener cambio en el tiempo y siendo capaz de medirse, realizarse y ser analizado en la investigación según (Espinoza, 2018, p.37).

##### Variable Independiente:

La variable independiente, es en donde determina si realmente se altera o requiere un cambio de variable dependiente. Siendo la variable en mención en la presente investigación los **parámetros hidráulicos en válvulas**, por ser fenómenos que se dan sin la influencia de otra variable, estas variaciones tendrán una repercusión

directa en el Sistema de Riego Tecnificado por Aspersión en la Localidad de Yanacancha.

La variable tomada provoca un cambio en la variable dependiente, en consecuencia, las variaciones en los parámetros hidráulicos definirán la eficiencia del sistema de riego (Borja, 2012, p.13).

**Definición conceptual:** Es la característica inherente de flujo que define la relación caudal – apertura del elemento final de control cuando la caída de presión a través de la válvula se mantiene constante. En forma equivalente, la característica del flujo inherente es la relación entre coeficiente de flujo  $C_v$  y la apertura (Carrazon,2007).

**Definición operacional:** La elección de la característica de flujo inherente en la estabilidad y controlabilidad debido a la influencia de la ganancia del cuerpo de la válvula en la ganancia global de los elementos del lazo (Carrazon, 2007).

#### **Variable Dependiente:**

La variable dependiente en este proyecto es el **sistema de riego tecnificado por aspersión**; pues sus características están sujetas de manera directa a las modificaciones de los parámetros hidráulicos.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **a) Población**

Válvulas para un Sistema de Riego Tecnificado por Aspersión en la Provincia de Huari.

- ✓ **Criterios de inclusión:** Existencia de grandes terrenos de cultivo que requieren el funcionamiento eficiente de las válvulas de control en un sistema de riego tecnificado.
- ✓ **Criterios de exclusión:** La ubicación de las válvulas en un sistema de riego tecnificado se realiza generalmente de acuerdo a la topografía del terreno el cual no será el caso. Para poder diseñar un sistema de riego tecnificado por aspersión se tomará en cuenta todos los parámetros hidráulicos de las válvulas.

## **b) Muestra**

Válvulas para un sistema de riego tecnificado por aspersión en la Localidad de Yanacancha- Distrito de Chavin de Huantar. Las válvulas de control a ser estudiados son válvulas 40 unidades de las cuales 6 unidades son de 4", 5 unidades de válvulas de 3", 10 unidades de válvulas de 2.5" y 19 unidades de 2".

## **c) Muestreo**

Como en el sistema existen 4 tipos de válvulas se analizará 3 válvulas por cada tipo; que totalizaran 12 válvulas.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### EN CAMPO:

##### **Técnicas:**

- ✓ Observación In situ.

##### **Instrumento:**

- ✓ Ficha 01 (Recolección de Datos) – Estudio Topográfico.
- ✓ Ficha 02 (Recolección de Datos) – Evaluación de las válvulas.
- ✓ Ficha 03 (Recolección de Datos) – Sistema de riego por Aspersión.

#### EN GABINETE:

- ✓ Software: Hcanales, Excel 2018, Word 2017, Autocad 2022, Google Meet.
- ✓ Computadora Portátil.

### **3.5. Procedimientos**

Como todo proyecto de investigación nace de una necesidad la cual nos permite plantear una idea alterna, en este caso para un correcto funcionamiento de las válvulas hidráulicas en un sistema de riego tecnificado determinaremos los

parámetros hidráulicos y compararemos los comportamientos en cada una de las válvulas estudiadas.

Labores en campo:

En el recojo de información de datos relevantes materia de investigación, se realizó la exploración en todo el terreno donde existe un sistema de riego tecnificado por aspersión constatando su funcionabilidad y la topografía del terreno pertenecientes al Centro Poblado de Machac de la Localidad de Yanacancha, existe una Línea de Conducción y tres Reservorios 200 m<sup>3</sup> que proporciona un abastecimiento óptimo para todo el sistema de riego (**Ver Anexo 2**), en las válvulas de Control se observó fallas de distribución de caudal que perjudicaban el funcionamiento de los aspersores lo cual implican desabastecimiento de agua en algunos sectores y desperdicio de agua en otros sectores, las válvulas de bronce en su mayoría están dañadas por la corrosión y las válvulas de PVC de menor dimensión dañadas por efectos que denominamos el golpe de ariete por ello el objetivo del proyecto es **Determinar los Parámetros Hidráulicos Comparativos en las Válvulas en Diseño de riego Tecnificado**. Con la idea definida, se realizó el aforo del caudal desde la captación, en el reservorio y todas las redes de distribución que tendrán que regular las válvulas también necesitábamos saber la topografía del terreno, pendiente del terreno por lo que se realizó un levantamiento topográfico.

Se realizaron mediante el llenado de las fichas de recolección de datos, las cuales serán llenados de manera detallada en cada una de las válvulas, para así ver el comportamiento hidráulico de cada uno de ellos y las particularidades a las que están sujetas según su ubicación y las conexiones realizadas, del mismo modo, registrar los patrones comunes que comparten las mencionadas válvulas; en la segunda ficha de recolección de datos se registrara toda la información referente a los actores del proyecto, tanto de los beneficiarios y de los que formaron parte de su ejecución; los criterios empleados para su diseño, para de esta manera identificar que parámetros han sido empleados y cuales no fueron tomados en cuenta en su diseño e instalación. Se pretende conocer así, que parámetros hidráulicos empleados u omitidos están generando la problemática, para a partir de ello verificar si los cálculos concuerdan con lo descrito por el Teorema de Bernoulli y la guía de diseño para sistemas de riego por aspersión, también es objeto de

investigación en las labores de campo la de constatar si la selección del material y el tipo de válvulas colocados cumplen con las especificaciones que establecen los fabricantes de las válvulas.

#### Procesamiento de Información en Gabinete:

Se obtuvo los datos requeridos, se procedió a realizar el procesamiento de datos, posteriormente se realizarán los cálculos hidráulicos según establece el Teorema de Bernoulli y la guía de diseño de sistemas de riego por aspersión, para así establecer los parámetros correctos y comparar e identificar las causas del porque se ha generado esta problemática. Obtenidos los resultados de los cálculos propios y los del proyecto, se comparará según manifiesta la teoría, tomando en cuenta también los resultados a los cuales las investigaciones precedentes ha llegado en casos similares y determinar los parámetros que definen un buen diseño hidráulicos y que derivara en una mejora de la funcionabilidad del sistema de riego tecnificado. En el procesamiento de los puntos topográficos obtendremos los desniveles de terreno los cuales influyen en el flujo del agua por la tubería alterando su velocidad.

#### **3.6. Método de análisis de datos**

En la investigación, el método a emplear para el análisis de datos es cualitativo - Descriptivo, en la medida que se pondrá en manifiesto los parámetros a tener en cuenta en el diseño de válvulas del sistema de riego por aspersión en la localidad de Yanacancha, que se verá reflejado en la mejora del funcionamiento del sistema.

#### **3.7. Aspectos éticos**

La investigación goza de un respeto estricto de la aplicabilidad de las normativas y de los derechos de autor, en la misma medida, es realizada de manera detallada y veras en todo el proceso de elaboración, trabajado de campo, los cálculos de gabinete y las conclusiones, siempre pesando en mostrar resultados verídicos y fiables según tal cual se manifiesta el fenómeno materia de investigación, sin tener en cuenta criterios direccionados o forzados en cada una de las actividades que conforman la presente investigación.

En la elaboración del proyecto de investigación, nos regimos a los parámetros que estipula el Estado Peruano en el Reglamento Nacional de Edificaciones. El autor del proyecto de investigación empleara en lo necesario los parámetros establecidos

en el RNE y su criterio propio para reflejar un trabajo optimo que sea para el beneficio de la sociedad. En la presente tesis se ha respetado todas las normas publicadas en el reglamento, para las etapas necesarias que implican el proyecto.

## IV. RESULTADOS

Para realizar los estudios sobre la funcionabilidad y eficiencia de las válvulas de flujo, mediante la Determinación de los parámetros Hidráulicos comparativos en el diseño de un sistema de riego tecnificado por aspersión, ubicamos el lugar donde se encuentra el proyecto, se ubica en la provincia de Huari del Distrito de Chavin de Huantar de la región Ancash a 2 horas de la ciudad de Huaraz. En la Localidad de Yanacancha, pertenece al Centro Poblado de Machac está ubicada en las coordenadas UTM, N. 8 933 500 E. 261 300 y a 3,580.00 m.s.n.m.



**Figura 1.** Vista satelital del proyecto.

Para poder responder a los objetivos específicos planteados en el proyecto de investigación se realizará cada uno de los trabajos en mención:

- 1. Levantamiento topográfico**, dado que se tiene poca información por tratarse de una zona alejada de la ciudad, se realizó la visita de campo y se prosiguió con el levantamiento topográfico en la zona de investigación. Para desarrollar la investigación se recurrió a la utilización de mapas que indiquen la ubicación del proyecto con mayor precisión, como son las vías de acceso, relieve, curvas de nivel y coordenadas. En tal sentido la realización de los estudios que comprendió en búsqueda de información

cartográfica, con el fin de ubicar el proyecto y caracterizar la zona, referenciado con el Google Earth, lo cual se constató con la visita de campo a toda la extensión del proyecto de riego por aspersión y seguido el levantamiento topográfico para complementar la información restante.

El levantamiento topográfico se desarrolló con un equipo calibrado y la facilidad de que la carretera llega al lugar de trabajo para trasladar los equipos. Teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Ubicación de los puntos de la poligonal, levantamiento del eje, toma de datos para el perfil longitudinal, secciones transversales.
- ✓ Ubicación de BMs sobre roca firme, en lo posible según la disponibilidad del elemento fijo encontrado, estos fueron identificados y señalizados con pintura.

**Tabla 1.** *Puntos de precisión BMs.*

N° BM	ESTE	NORTE	DESCRIPCIÓN
BM01	257724.01	8933748.00	RESERVORIO
BM02	257786.48	8933464.50	ROCA
BM03	257729.02	8933415.97	ROCA
BM04	257734.55	8933361.99	ROCA

Fuente. Elaboración propia.

- ✓ Los levantamientos topográficos a detalle se han realizado en el reservorio y en los tramos de la línea de distribución donde se realizó los trabajos de investigación donde están instaladas las válvulas según sea su función de pase o de control. Los puntos del levantamiento topográfico (**Ver Anexo 2**)
2. Con la recolección de datos en campo en el recorrido se cuantifica la cantidad de terreno que se ocupara según cultivo y la dotación de agua para riego, consistió en realizar los trabajos de cálculo de caudal de agua para riego en un área de 37.00 ha:

**Tabla 2. Cédula de cultivo.**

Cultivo	Area(Ha)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PAPA CAMPAÑA GRANDE	15.00	x	x	x						x	x	x	x
PAPA CAMPAÑA CHICA (*)	3.00				x	x	x	x	x				
ALFALFA	7.00	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
MAIZ	3.00	x	x	x	x	x	x				x	x	x
CEBADA	5.00	x	x	x	x	x	x	x	x				
ARBEJA	1.00	x	x	x	x	x	x	x					
TRIGO	6.00	x	x	x	x	x	x	x	x				
<b>Total</b>	<b>37.00</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>

Fuente: elaboración propia.

3. Con la información que se tiene del SENAMHI, MINAGRI y otros, entidades que nos brindan datos del consumo de agua diario por el tipo de cultivo que existen, obtenemos el cálculo de demanda de agua por cada plantación de acuerdo a la evapotranspiración y el estudio hidrológico para un área de 37.00 ha que esta implementado con un sistema de riego tecnificado por aspersion.

**Tabla 3. Cálculo de la demanda de agua y módulo de riego.**

VARIABLES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Etp (mm/mes)	117.37	97.67	99.91	88.00	97.19	82.93	89.68	100.63	111.66	121.15	111.70	125.98
Kc ponderado	0.73	0.72	0.63	0.72	0.80	0.83	0.90	0.83	0.61	0.77	0.93	0.98
Etr (mm/mes)	85.75	70.21	62.62	63.29	77.52	68.93	81.00	83.14	68.26	93.68	103.53	123.56
Etr (mm/día)	2.77	2.51	2.02	2.11	2.50	2.30	2.61	2.68	2.28	3.02	3.45	3.99
Precipitac. al 75% (mm/mes)	85.15	91.93	100.65	38.60	11.35	4.48	0.00	0.00	23.35	56.25	63.25	40.18
Pp Efec (mm/mes)	70.79	75.56	80.78	31.77	1.53	0.00	0.00	0.00	12.80	47.37	53.46	33.21
Dem. Neta Agua (mm/mes)	14.95	0.00	0.00	31.52	75.98	68.93	81.00	83.14	55.47	46.31	50.07	90.36
Dem. Neta Agua (mm/día)	0.48	0.00	0.00	1.05	2.45	2.30	2.61	2.68	1.85	1.49	1.67	2.91
Eficiencia de Riego (%) *	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Dem. real Agua (mm/mes)	19.94	0.00	0.00	42.02	101.31	91.91	108.00	110.85	73.96	61.74	66.76	120.47
Dem. real Agua (mm/día)	0.64	0.00	0.00	1.40	3.27	3.06	3.48	3.58	2.47	1.99	2.23	3.89
Dem. Proyecto (m3/Ha)	199.38	0.00	0.00	420.24	1013.11	919.10	1079.95	1108.55	739.58	617.41	667.60	1204.74
Dem. Proyecto (m3)	7377.0	0.0	0.0	10506.0	25327.8	22977.4	23759.0	23279.4	16270.7	15435.2	16690.0	30118.6
<b>Dem Proy. (Lit/seg) (Caudal Req.)</b>	<b>2.75</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>4.05</b>	<b>9.46</b>	<b>8.86</b>	<b>8.87</b>	<b>8.69</b>	<b>6.28</b>	<b>5.76</b>	<b>6.44</b>	<b>11.2</b>
Mod. Riego	0.07	0.00	0.00	0.11	0.26	0.24	0.24	0.23	0.17	0.16	0.17	0.30
Oferta (Q=Lit/seg)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Oferta Prec. Pluviales (Q=Lit/seg)	0.98	1.16	1.12	0.31	0.01	0.00	0.00	0.00	0.11	0.44	0.52	0.31
<b>Oferta Total (Q=Lit/seg)</b>	<b>4.98</b>	<b>5.16</b>	<b>5.12</b>	<b>4.31</b>	<b>4.01</b>	<b>4.00</b>	<b>4.00</b>	<b>4.00</b>	<b>4.11</b>	<b>4.44</b>	<b>4.52</b>	<b>4.31</b>
<b>Balance Demanda - Oferta (Lit/seg)</b>	<b>2.22</b>	<b>5.16</b>	<b>5.12</b>	<b>0.25</b>	<b>-5.44</b>	<b>-4.86</b>	<b>-4.87</b>	<b>-4.69</b>	<b>-2.17</b>	<b>-1.32</b>	<b>-1.92</b>	<b>-6.94</b>

Fuente: elaboración propia.

Eficiencia de riego para sistema de riego por aspersión móviles

Caudal de diseño es :  $Q = 11.24$  Lit/seg.  
 Módulo de riego para el proyecto es  $0.30$  Lit/seg/Ha.  
 Demanda Neta máxima de Agua diaria  $2.91$  mm/día.

4. Con el caudal de diseño obtenido mediante el análisis de demanda de agua, se determina las características hidráulicas y geométricas del reservorio que se indican en la siguiente tabla.

**Tabla 4.** Dimensionamiento del reservorio.

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS Y GEOMÉTRICAS				
DATOS			RESUMEN DE RESULTADOS	
Caudal de entrada (l/s)	$Q_e =$	3.97	Volumen:	200.00 m <sup>3</sup>
Ø interno de tubería de descarga mm	$\varnothing =$	110.00	Tiempo Min. descarga:	2h 48min
Altura de agua en el reservorio (m)	$h =$	2.10	Caudal Max. descarga :	39.65 l/s
Tiempo de embalse (h)	$t_e =$	14.00	Ancho vertedero:	0.20 m
Coefficiente de descarga	$C_d =$	0.65	Alto vertedero:	0.10 m
Ancho interno del reservorio rectangular (m)	$A =$	7.50		
Largo interno del reservorio rectangular (m)	$L =$	13.50		

Fuente: elaboración propia.

5. Considerando la topografía del terreno, condiciones del terreno, la cantidad de terreno a irrigar y las distribuciones de la parcela se efectuaron la determinar el diámetro de tubería en los tramos de la investigación de la red de distribución del Tramo I, Tramo II y Tramo III.

Para la determinación de los diámetros de las tuberías principales de la red de distribución las cuales pasan por las válvulas de control de flujos se empleó la fórmula de Hazen y Williams para tuberías de PVC, con un coeficiente  $C = 150$ , para calcular la pérdida por fricción en el transporte de agua por la tubería. Las restricciones de velocidad oscilan entre la 0.5 m/s como mínimo y 5.00 m/s como máxima, teniendo en cuenta la presión dentro de la tubería sea menor de 10 bar ó 100 mca. Para ello se obtuvo el cálculo hidráulico en la red de distribución.

Tabla 5. Cálculo hidráulico de la red de distribución.

CALCULOS HIDRAULICOS RED DE DISTRIBUCION																								
PROYECTO DE INVESTIGACION: "DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS COMPARATIVOS EN VÁLVULAS PARA SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO POR ASPERSIÓN EN LA LOCALIDAD DE YANACANCHA, HUARI 2022"																								
<b>1. DATOS DE DISEÑO</b>			CAUDAL DE SISTEMA (QS) R1		2.91	Requiere fLt/seg			NUMERO DE ASPERSORES (Na)		47	Aspersores		N° DE VALVULAS (Nv)		12	Válvulas							
<b>2. CALCULO DE PRESIONES EN DISTINTO PUNTO DEL SISTEMA</b>																4"	Válvulas							
<b>Parámetros de diseño - Fórmula de Hazen-William.</b>																3"	Válvulas							
Vmín. = 0.6 m/s																2 1/2"	Válvulas							
Vmáx. = 5.0 m/s																2"	Válvulas							
C=150, para tubería PVC																								
PEmáx.= 50.00 mca			PEmáx.= 35.00 mca																					
PDmín.= 17.0 mca			PDmín.= 10.0 mca																					
<b>Ojo: En puntos donde no hay hidrantes</b>																								
PDmín.= 1.0 mca																								
Nro. Aspersores/Hidrante			47																					
Caudal del aspersor			0.42 l/s																					
Coeficiente de fricción			150																					
$Q = 0.0178 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$ $S = hf/L$ $DT = \left( \frac{Q}{0.0178 \times C} \right)^{\frac{1}{2.63}} \times \left( \frac{L}{\Delta H} \right)^{\frac{0.54}{2.63}}$ $hf = \left( \frac{Q}{0.0178 \times C \times D^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}} \times L$																								
<b>Nomenclatura</b> Q = Caudal (l/s)      L.G.H. = Línea de gradiente hidráulico (m) C = Coeficiente de fricción      PE = Presión estática (mca) D = Diámetro de tubería (Pulg.)      PD = Presión dinámica (mca) S = Pendiente (m/m) hf = Pérdida de carga (m) L = Longitud de la tubería (m) ΔH = Desnivel topográfico (m) A = Area seccion circular (m2) V = Velocidad media (m/s)																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e0e0e0;">Leyenda</th> </tr> <tr> <td style="width: 15px; background-color: #ffffcc;"> </td> <td style="background-color: #ffffcc;">Dato</td> </tr> <tr> <td style="width: 15px; background-color: #e0e0e0;"> </td> <td style="background-color: #e0e0e0;">Cálculo</td> </tr> <tr> <td style="width: 15px; background-color: #e0e0e0;"> </td> <td style="background-color: #e0e0e0;">Asumido</td> </tr> </thead> </table>																	Leyenda			Dato		Cálculo		Asumido
Leyenda																								
	Dato																							
	Cálculo																							
	Asumido																							
P. inicio	Tramo	P. final	Cota inicial	Cota final	ΔH (m)	Long. (m)	Numero Asp.	Qn (lt/seg)	DT (pulg)	DC (pulg)	Area (m2)	Veloc. m/seg	hf (m)	L. G. P. (m)	Presión (m)	Obser. v.	Sector							
Reservorio I/ CV	T-01/V-01, V-02, V-04	H-01	3676.00	3658.00	18.00	33.50	24	10.08	1.93	3	0.005	2.21	2.11	3673.89	15.89	TEE	RESERVORIO I - SECTOR I							
T-01/V-01, V-02, V-04	H-01	H-01	3658.00	3640.00	18.00	26.50	6	2.52	1.09	2.5	0.003	0.80	0.31	3673.57	33.57	OK. !								
H-01	H-02	H-02	3640.00	3610.00	30.00	41.20	3	1.26	0.82	2.5	0.003	0.40	0.13	3673.44	63.44	OK. !								
H-02	P-01	P-01	3610.00	3608.00	2.00	5.00	3	1.26	0.93	2	0.002	0.62	0.05	3673.39	65.39	OK. !								
T-01/V-01, V-02, V-04	H-03	H-03	3658.00	3657.50	0.50	7.10	24	10.08	2.93	3	0.005	2.21	0.45	3673.44	15.94	OBS.								
H-03	H-04	H-04	3657.50	3655.00	2.50	25.70	24	10.08	2.75	3	0.005	2.21	1.62	3671.82	16.82	OBS.								
H-04	H-05	H-05	3655.00	3644.00	11.00	54.00	24	10.08	2.36	3	0.005	2.21	3.41	3668.41	24.41	OK. !								
H-05	T-02/V-03, V-04	H-06	3644.00	3630.00	14.00	45.20	24	10.08	2.16	3	0.005	2.21	2.85	3665.55	35.55	OK. !								
T-02/V-03, V-04	H-06	H-06	3630.00	3626.00	4.00	9.00	6	2.52	1.19	2	0.002	1.24	0.31	3665.24	39.24	OK. !								
H-06	H-07	H-07	3626.00	3617.00	9.00	15.00	6	2.52	1.12	2	0.002	1.24	0.52	3664.72	47.72	OK. !								
H-07	H-08	H-08	3617.00	3610.50	6.50	12.30	6	2.52	1.14	2	0.002	1.24	0.43	3664.29	53.79	OK. !								
H-08	H-09	H-09	3610.50	3600.00	10.50	20.70	3	1.26	0.89	2	0.002	0.62	0.20	3664.09	64.09	OK. !								
H-09	P-02	P-02	3600.00	3599.50	0.50	5.00	3	1.26	1.24	2	0.002	0.62	0.05	3664.04	64.54	OK. !								
T-02/V-03, V-04	H-10	H-10	3630.00	3623.00	7.00	30.50	21	8.82	2.19	2.5	0.003	2.79	3.65	3661.90	38.90	OK. !								
H-10	CRP-01	CRP-01	3623.00	3615.00	8.00	22.40	21	8.82	2.00	2.5	0.003	2.79	2.68	3659.22	44.22	OK. !								
CRP-01	H-11	H-11	3615.00	3584.00	31.00	87.00	21	8.82	2.00	2.5	0.003	2.79	10.42	3604.58	20.58	OK. !								
H-11	H-12	H-12	3584.00	3569.00	15.00	34.00	21	8.82	1.91	2.5	0.003	2.79	4.07	3600.51	31.51	OK. !								
H-12	T-03/V-05, V-06	H-12	3569.00	3568.50	0.50	2.00	21	8.82	2.15	2.5	0.003	2.79	0.24	3600.27	31.77	OK. !								
T-03/V-05, V-06	H-13	H-13	3568.50	3560.00	8.50	28.20	15	6.3	1.82	2	0.002	3.11	5.37	3594.90	34.90	OK. !								
H-13	H-14	H-14	3560.00	3559.80	0.20	13.50	12	5.04	3.10	2	0.002	2.49	1.70	3593.19	33.39	OK. !								
H-14	H-15	H-15	3559.80	3544.00	15.80	46.30	9	3.78	1.46	2	0.002	1.86	3.42	3589.77	45.77	OK. !								
H-15	H-16	H-16	3544.00	3539.50	4.50	19.50	9	3.78	1.58	2	0.002	1.86	1.44	3588.33	48.83	OK. !								
H-16	H-17	H-17	3539.50	3540.50	0.50	12.80	6	2.52	1.95	2	0.002	1.24	0.45	3587.88	47.38	OK. !								
H-17	H-18	H-18	3540.50	3542.00	0.50	12.80	6	2.52	1.95	2	0.002	1.24	0.45	3587.44	45.44	OK. !								
H-18	H-19	H-19	3542.00	3546.00	0.50	27.50	3	1.26	1.76	2	0.002	0.62	0.27	3587.17	41.17	OK. !								
H-19	P-03	P-03	3546.00	3544.50	1.50	5.00	3	1.26	0.99	2	0.002	0.62	0.05	3587.12	42.62	OK. !								
T-03/V-05, V-06	H-20	H-20	3568.50	3567.60	0.90	25.50	6	2.52	2.00	2	0.002	1.24	0.89	3599.38	31.78	OK. !								
H-20	H-21	H-21	3567.60	3556.00	11.60	27.10	6	2.52	1.20	2	0.002	1.24	0.95	3598.43	42.43	OK. !								
H-21	H-22	H-22	3556.00	3546.00	10.00	31.20	3	1.26	0.97	2	0.002	0.62	0.30	3598.13	52.13	OK. !								
H-22	P-04	P-04	3546.00	3545.00	1.00	5.00	3	1.26	1.07	2	0.002	0.62	0.05	3598.08	53.08	OK. !								

<b>Reservorio/CV, V-08</b>	<b>T-04</b>	<b>3676.00</b>	<b>3616.00</b>	<b>60.00</b>	<b>80.00</b>	<b>63</b>	<b>26.46</b>	<b>2.60</b>	<b>4</b>	<b>0.008</b>	<b>3.26</b>	<b>7.43</b>	<b>3668.57</b>	<b>52.57</b>	<b>TEE</b>	<b>RESERVORIO I - SECTOR II</b>
T-04	H-23	3616.00	3615.00	1.00	4.00	3	1.26	1.03	2	0.002	0.62	0.04	3668.53	53.53	OK. !	
H-23	H-24	3615.00	3599.50	15.50	84.00	3	1.26	1.09	2	0.002	0.62	0.81	3667.72	68.22	OK. !	
H-24	P-05	3599.50	3598.00	1.50	5.00	3	1.26	0.99	2	0.002	0.62	0.05	3667.67	69.67	OK. !	
<b>T-04</b>	<b>CRP-02</b>	<b>3616.00</b>	<b>3610.00</b>	<b>6.00</b>	<b>11.00</b>	<b>60</b>	<b>25.2</b>	<b>2.73</b>	<b>4</b>	<b>0.008</b>	<b>3.11</b>	<b>0.93</b>	<b>3667.64</b>	<b>57.64</b>	<b>CRP</b>	
<b>CRP-02</b>	<b>T-05/V-07, V-11</b>	<b>3610.00</b>	<b>3590.00</b>	<b>20.00</b>	<b>47.30</b>	<b>60</b>	<b>25.2</b>	<b>2.88</b>	<b>4</b>	<b>0.008</b>	<b>3.11</b>	<b>4.01</b>	<b>3605.99</b>	<b>15.99</b>	<b>TEE</b>	
<b>T-05/V-07, V-11</b>	<b>H-25</b>	<b>3590.00</b>	<b>3585.00</b>	<b>5.00</b>	<b>19.00</b>	<b>9</b>	<b>3.78</b>	<b>1.54</b>	<b>4</b>	<b>0.008</b>	<b>0.47</b>	<b>0.05</b>	<b>3605.94</b>	<b>20.94</b>	<b>OK. !</b>	
H-25	H-26	3585.00	3579.00	6.00	19.00	9	3.78	1.48	3	0.005	0.83	0.20	3605.74	26.74	OK. !	
H-26	H-27	3579.00	3578.00	1.00	24.50	6	2.52	1.94	3	0.005	0.55	0.12	3605.63	27.63	OK. !	
H-27	H-28	3578.00	3564.00	14.00	34.50	6	2.52	1.21	2	0.002	1.24	1.20	3604.42	40.42	OK. !	
H-28	H-29	3564.00	3568.00	4.00	39.50	6	2.52	1.61	2	0.002	1.24	1.38	3603.04	35.04	OK. !	
H-29	H-30	3568.00	3551.00	17.00	40.50	3	1.26	0.92	2	0.002	0.62	0.39	3602.65	51.65	OK. !	
H-30	H-31	3551.00	3546.00	5.00	33.20	3	1.26	1.14	2	0.002	0.62	0.32	3602.33	56.33	OK. !	
H-31	P-06	3546.00	3545.50	0.50	5.00	3	1.26	1.24	2	0.002	0.62	0.05	3602.28	56.78	OK. !	
<b>T-05/V-07, V-11</b>	<b>CRP-03/T-06/V-12, V-09</b>	<b>3590.00</b>	<b>3580.00</b>	<b>10.00</b>	<b>18.10</b>	<b>51</b>	<b>21.42</b>	<b>2.56</b>	<b>4</b>	<b>0.008</b>	<b>2.64</b>	<b>1.14</b>	<b>3604.85</b>	<b>24.85</b>	<b>CRP</b>	
<b>CRP-03/T-06/V-12, V-09</b>	<b>T-07</b>	<b>3580.00</b>	<b>3573.00</b>	<b>7.00</b>	<b>18.50</b>	<b>21</b>	<b>8.82</b>	<b>1.97</b>	<b>2</b>	<b>0.002</b>	<b>4.35</b>	<b>6.57</b>	<b>3598.28</b>	<b>25.28</b>	<b>OK. !</b>	
T-07	H-32	3573.00	3572.00	1.00	11.20	3	1.26	1.27	2	0.002	0.62	0.11	3598.17	26.17	OK. !	
H-32	H-33	3572.00	3568.00	4.00	5.00	3	1.26	0.81	2	0.002	0.62	0.05	3598.12	30.12	OK. !	
<b>T-07</b>	<b>H-34</b>	<b>3573.00</b>	<b>3565.00</b>	<b>8.00</b>	<b>22.60</b>	<b>18</b>	<b>7.56</b>	<b>1.89</b>	<b>2.5</b>	<b>0.003</b>	<b>2.39</b>	<b>2.03</b>	<b>3596.25</b>	<b>31.25</b>	<b>OK. !</b>	
<b>H-34</b>	<b>T-08/V-09/V-12</b>	<b>3565.00</b>	<b>3562.50</b>	<b>2.50</b>	<b>8.30</b>	<b>18</b>	<b>7.56</b>	<b>1.95</b>	<b>2.5</b>	<b>0.003</b>	<b>2.39</b>	<b>0.75</b>	<b>3595.50</b>	<b>33.00</b>	<b>OK. !</b>	
<b>T-08/V-09/V-12</b>	<b>H-35</b>	<b>3562.50</b>	<b>3558.00</b>	<b>4.50</b>	<b>33.00</b>	<b>9</b>	<b>3.78</b>	<b>1.76</b>	<b>2</b>	<b>0.002</b>	<b>1.86</b>	<b>2.44</b>	<b>3593.06</b>	<b>35.06</b>	<b>OK. !</b>	
H-35	H-36	3558.00	3555.85	2.15	29.00	9	3.78	2.00	2	0.002	1.86	2.14	3590.91	35.06	OK. !	
H-36	H-37	3555.85	3553.50	2.35	20.00	6	2.52	1.56	2	0.002	1.24	0.70	3590.22	36.72	OK. !	
H-37	H-38	3553.50	3550.50	3.00	13.00	6	2.52	1.36	2	0.002	1.24	0.45	3589.76	39.26	OK. !	
H-38	H-39	3550.50	3557.00	6.50	59.00	3	1.26	1.21	2	0.002	0.62	0.57	3589.19	32.19	OK. !	
H-39	P-07	3557.00	3556.50	0.50	5.00	3	1.26	1.24	2	0.002	0.62	0.05	3590.17	33.67	OK. !	
<b>T-08/V-10</b>	<b>H-40</b>	<b>3562.50</b>	<b>3554.00</b>	<b>8.50</b>	<b>44.20</b>	<b>9</b>	<b>3.78</b>	<b>1.64</b>	<b>3</b>	<b>0.005</b>	<b>0.83</b>	<b>0.45</b>	<b>3595.04</b>	<b>41.04</b>	<b>OK. !</b>	
H-40	H-41	3554.00	3552.50	1.50	18.30	9	3.78	1.96	2.5	0.003	1.19	0.46	3594.59	42.09	OK. !	
H-41	H-42	3552.50	3550.80	1.70	26.70	9	3.78	2.06	2.5	0.003	1.19	0.67	3593.92	43.12	OK. !	
H-42	H-43	3550.80	3552.00	1.20	67.50	6	2.52	2.30	2.5	0.003	0.80	0.79	3593.13	41.13	OK. !	
H-43	H-44	3552.00	3552.50	0.50	39.00	6	2.52	2.46	2.5	0.003	0.80	0.46	3592.67	40.17	OK. !	
H-44	H-45	3552.50	3550.00	2.50	13.60	6	2.52	1.42	2	0.002	1.24	0.47	3592.19	42.19	OK. !	
H-45	H-46	3550.00	3548.00	2.00	16.40	3	1.26	1.19	2	0.002	0.62	0.16	3592.04	44.04	OK. !	
H-46	H-47	3548.00	3553.00	5.00	17.10	3	1.26	0.99	2	0.002	0.62	0.17	3591.87	38.87	OK. !	
H-47	P-08	3552.50	3554.00	1.50	5.00	3	1.26	0.99	2	0.002	0.62	0.05	3591.82	37.82	OK. !	

Fuente: Elaboración propia

En el desarrollo del proyecto de investigación tendremos como base a los objetivos específicos, las cuales son:

Responde al **objetivo específico a)**, **evaluar los cálculos hidráulicos en el diseño de válvulas** que se encuentran en los tramos I, II y III de la red de línea de distribución, la cantidad que se estudió son de 12 unidades siendo 03 unidades de diámetro de D= 4", 03 unidades con diámetro de D= 3", 03 unidades con diámetro de D= 2.5" y finalmente 03 unidades de diámetro de D= 2" según se indica en el muestreo del proyecto de investigación.

Aplicamos los parámetros de diseño - Fórmula de Hazen-William y la Ecuación de Bernoulli para poder evaluar los cálculos hidráulicos en cada una de las válvulas que se encuentran en los tramos mencionados del sistema de riego tecnificado por aspersión en la Localidad de Yanacancha.

#### **Parámetros de diseño - Fórmula de Hazen-William.**

$$V_{\text{mín.}} = 0.6 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{máx.}} = 5.0 \text{ m/s}$$

$$C=150, \text{ para tubería PVC}$$

$$Q = 0.0178 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = hf/L$$

$$DT = \left( \frac{Q}{0.0178 \times C} \right)^{\frac{1}{2.63}} \times \left( \frac{L}{\Delta H} \right)^{\frac{0.54}{2.63}}$$

$$hf = \left( \frac{Q}{0.0178 \times C \times D^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}} \times L$$

Nomenclatura:

Q	=	Caudal (l/s)
C	=	Coefficiente de fricción
D	=	Diámetro de tubería (Pulg.)
S	=	Pendiente (m/m)
hf	=	Pérdida de carga (m)
L	=	Longitud de la tubería (m)
$\Delta H$	=	Desnivel topográfico (m)
A	=	Área sección circular (m <sup>2</sup> )
V	=	Velocidad media (m/s)
L.G.H.	=	Línea de gradiente hidráulico (m)
PE	=	Presión estática (mca)
PD	=	Presión dinámica (mca)

### **Ecuación de Bernoulli**

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + h_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_2$$

$$Q = V \times A$$

$$V = Q/A$$

Dónde:

$P_1$  y  $P_2$  = Puntos de presión de un sistema ( $P_a$ ).

$V_1$  y  $V_2$  = Velocidad en puntos correspondientes dentro de un sistema (m/s).

$h_1$  y  $h_2$  = Altura verticales relativas dentro de un sistema (m).

$\rho$  = Densidad (kg/m<sup>3</sup>).

$g$  = Constante gravitatoria (9.81 m/s<sup>2</sup>).

Cálculos hidráulicos en válvulas de diámetro de D = 4" en la red de distribución del Sistema de Riego Tecnificado por Aspersión en la Localidad de Yanacancha, Huari

2022. Las válvulas se encuentran ubicadas en los Tramos II y III que indica el plano (Ver Anexo 7 y 9)

Los cálculos obtenidos mediante los Parámetros de diseño - Fórmula de Hazen-William y con la ecuación de Bernoulli como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 6. Cálculo hidráulico en válvulas de diámetro de D=4”.**

CALCULOS HIDRAULICOS EN ENTRADAS DE VÁLVULAS DE D= 4"													
TRAMO		Cota	Cota	$\Delta H$	Long.	Numero	Qn	DT	DC	Area	Veloc.	hf	Presión
P. inicio	P. final	inicial	final	(m)	(m)	Asp.	(lt/seg)	(pulg)	(pulg)	(m2)	m/seg	(m)	(Pa)
Reservorio/CV, V-08	T-04	3676.00	3616.00	60.00	80.00	11	4.62	1.34	4	0.008	0.57	0.29	76.49
V-11	T-05	3616.00	3610.00	6.00	11.00	8	3.36	1.27	4	0.008	0.41	0.02	64.41
V-10	T-08	3610.00	3590.00	20.00	47.30	4	1.68	1.03	4	0.008	0.21	0.03	87.22

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los cálculos obtenidos en la **Tabla 6.**, se obtuvo los valores de presión de entrada y presión de salida en válvulas, los que permitirán determinar el coeficiente de descarga o de flujo que recorre a través de la válvula.

**Tabla 7. Cálculo de presiones en válvulas de D=4”.**

PRESIÓN EN VÁLVULAS			
TRAMO		Presión de Entrada (P1) - Kpa	Presión de Salida (P2)-Kpa
P. INICIO	P. FINAL		
Reservorio/CV, V-08	T-04	0.076	0.066
V-11	T-05	0.064	0.054
V-10	T-08	0.087	0.077

Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera se obtuvo los cálculos hidráulicos para válvulas de diámetro de D=3” ubicados en los Tramo I y II del plano de diagrama de presiones (Ver Anexo 7 y 8), utilizando los Parámetros de diseño - Fórmula de Hazen-William y con la ecuación de Bernoulli como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 8. Cálculo hidráulico en válvulas de diámetro de D=3”.**

CALCULOS HIDRAULICOS EN ENTRADAS DE VÁLVULAS DE D= 3"													
Tramo		Cota	Cota	$\Delta H$	Long.	Numero	Qn	DT	DC	Area	Veloc.	hf	Presión
P. inicio	P. final	inicial	final	(m)	(m)	Asp.	(lt/seg)	(pulg)	(pulg)	(m2)	m/seg	(m)	(Pa)
Reservorio I/CV	T-01/V-01	3676.00	3658.00	18.00	33.50	2	0.84	0.75	3	0.005	0.18	0.02	50.89
V-07	T-05/V-07	3657.50	3655.00	2.50	25.70	4	1.68	1.39	3	0.005	0.37	0.06	38.17
V-08	T-08/V-09	3655.00	3644.00	11.00	54.00	5	2.10	1.30	3	0.005	0.46	0.19	89.06

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los cálculos obtenidos en la **Tabla 8.**, se obtuvo los valores de presión de entrada y presión de salida en válvulas, los que permitirán determinar el coeficiente de descarga o de flujo que recorre a través de la válvula.

**Tabla 9. Cálculo de presiones en válvulas de D=3”.**

PRESIÓN EN VÁLVULAS			
TRAMO		Presión de Entrada (P1) - Kpa	Presión de Salida (P2)-Kpa
P. INICIO	P. FINAL		
Reservorio I/CV	T-01/V-01	0.051	0.041
V-07	T-05/V-07	0.038	0.028
V-08	T-08/V-09	0.089	0.079

Fuente: Elaboración propia.

Se siguió los procedimientos anteriores y se obtuvo los cálculos hidráulicos para válvulas de diámetro de D=2.5” ubicados en los Tramo I y II del plano de diagrama de presiones (Ver Anexo 7 y 8), utilizando los Parámetros de diseño - Fórmula de Hazen-William y con la ecuación de Bernoulli como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 10. Cálculo hidráulico en válvulas de diámetro de D=2.5”.**

CALCULOS HIDRAULICOS EN ENTRADAS DE VÁLVULAS DE D= 2.5"													
Tramo		Cota	Cota	$\Delta H$	Long.	Numero	Qn	DT	DC	Area	Veloc.	hf	Presión
P. inicio	P. final	inicial	final	(m)	(m)	Asp.	(lt/seg)	(pulg)	(pulg)	(m2)	m/seg	(m)	(Pa)
V-02, V-04	T-01/T-02	3658.00	3640.00	18.00	26.50	1	0.42	0.55	2.5	0.003	0.13	0.01	70.35
V-04	T-02	3630.00	3623.00	7.00	30.50	3	1.26	1.04	2.5	0.003	0.40	0.10	22.10
V-12	T-07	3569.00	3568.50	0.50	2.00	2	0.84	0.88	2.5	0.003	0.27	0.003	27.98

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los cálculos obtenidos en la **Tabla 10.**, se obtuvo los valores de presión de entrada y presión de salida en válvulas, los que permitirán determinar el coeficiente de descarga o de flujo que recorre a través de la válvula.

**Tabla 11. Cálculo de presiones en válvulas de D=2.5".**

<b>PRESIÓN EN VÁLVULAS</b>			
<b>TRAMO</b>		<b>Presión de Entrada (P1) - Kpa</b>	<b>Presión de Salida (P2)-Kpa</b>
<b>P. INICIO</b>	<b>P. FINAL</b>		
<b>V-02, V-04</b>	<b>T-01/T-02</b>	0.070	0.060
<b>V-04</b>	<b>T-02</b>	0.022	0.012
<b>V-12</b>	<b>T-07</b>	0.028	0.018

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se obtuvo los cálculos hidráulicos para válvulas de diámetro de D=2" ubicados en los Tramo I y II del plano de diagrama de presiones (Ver Anexo 7 y 8), utilizando los Parámetros de diseño - Fórmula de Hazen-William y con la ecuación de Bernoulli como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 12. Cálculo hidráulico en válvulas de diámetro de D=2".**

<b>CALCULOS HIDRAULICOS EN ENTRADAS DE VÁLVULAS DE D= 2"</b>													
<b>Tramo</b>		<b>Cota</b>	<b>Cota</b>	<b>ΔH</b>	<b>Long.</b>	<b>Numero</b>	<b>Qn</b>	<b>DT</b>	<b>DC</b>	<b>Area</b>	<b>Veloc.</b>	<b>hf</b>	<b>Presión</b>
<b>P. inicio</b>	<b>P. final</b>	<b>inicial</b>	<b>final</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>Asp.</b>	<b>(lt/seg)</b>	<b>(pulg)</b>	<b>(pulg)</b>	<b>(m2)</b>	<b>m/seg</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>
V-05	T-03	3630.00	3626.00	4.00	9.00	2	0.84	0.78	2	0.002	0.41	0.04	82.32
V-06	T-02	3568.50	3560.00	8.50	28.20	2	0.84	0.85	2	0.002	0.41	0.13	64.41
V-03	T-02	3568.50	3567.60	0.90	25.50	1	0.42	1.01	2	0.002	0.21	0.03	17.73

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los cálculos obtenidos en la **Tabla 12.**, se obtuvo los valores de presión de entrada y presión de salida en válvulas, los que permitirán determinar el coeficiente de descarga o de flujo que recorre a través de la válvula.

**Tabla 13. Cálculo de presiones en válvulas de D=2".**

<b>PRESIÓN EN VÁLVULAS</b>			
<b>TRAMO</b>		<b>Presión de Entrada (P1) - Kpa</b>	<b>Presión de Salida (P2)-Kpa</b>
<b>P. INICIO</b>	<b>P. FINAL</b>		
<b>V-05</b>	<b>T-03</b>	0.082	0.072
<b>V-06</b>	<b>T-02</b>	0.064	0.054
<b>V-03</b>	<b>T-02</b>	0.018	0.008

Fuente: Elaboración propia

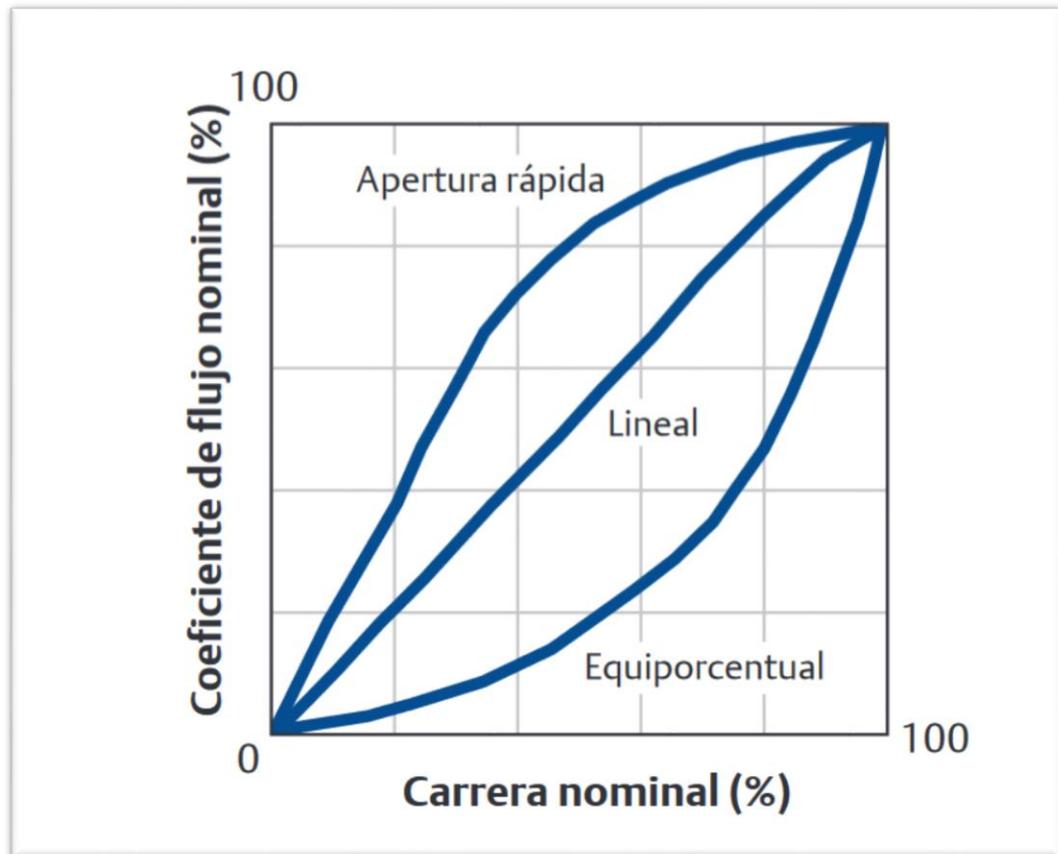
Con los valores determinados para cada dimensión de las válvulas se realizará los cálculos del coeficiente de descarga (Cv) en cada válvula para determinar si cumplen los parámetros establecidos.

Responde al **objetivo específico b) Evaluar las válvulas adecuadas según la normativas y parámetros vigentes**, se partió con la realización del dimensionamiento de válvulas, los criterios a tener en cuenta para la selección general de válvulas de control son los siguientes aspectos:

- Los límites de presiones y los valores normales que deben soportar el cuerpo de la válvula.
- Dimensión y capacidad de flujo.
- Límites de temperatura.
- Caudal de fuga.
- Perdidas en las presiones y cuando la válvula está cerrada.

Para realizar la selección de válvulas un criterio importante que debemos tomar en cuenta son sus características inherentes de flujo que define la relación caudal - apertura del elemento final de control y se mantiene constante la caída de presión a través de la válvula. En forma equivalente, la característica de flujo inherente es la relación entre coeficiente de flujo Cv y la apertura (J. Carrazon,2007).

La característica de flujo inherente influye en la estabilidad y controlabilidad debido a la influencia de la ganancia del cuerpo de la válvula en la ganancia global de los elementos del lazo. Tal cual se aprecia en la siguiente figura:



**Figura 2.** Característica inherente de válvulas de control.

Con los aspectos mencionados anteriormente y teniendo en cuenta el tipo de válvula se le debe dimensionar. Tenemos la ecuación general de flujo de una válvula de control proporcionadas por Daniel Bernoulli y la realización de pruebas experimentales.

$$F = C_v \sqrt{\frac{\Delta p_v}{\gamma}}$$

$F =$  Caudal (gpm)

$C_v =$  Coeficiente de dimensionamiento de la válvula Determinado  
midiendo el caudal de que circula a caída de presión constante a 60 F

$P_1 =$  Presión aguas arriba

$P2 = \text{Presion aguas abajo}$

$\gamma = \text{Densidad relativa}$

El dimensionamiento de una válvula de control es determinar el diámetro del orificio de tal modo que cuando deba circular el caudal normal mínimo y normal máximo las aperturas se encuentren en el tramo intermedio de su carrera (entre el 30 y el 70 %). Para el caudal máximo es necesario una apertura del 100%. De acuerdo a estas condiciones de cálculo se garantizan la capacidad de regulación y rangeabilidad de manera adecuada. Los procedimientos que se deberán seguir para el dimensionamiento son:

- **Caída de presión a través de la válvula  $\Delta pV$ .** Existe dos situaciones para fijar el salto de presión:

a) La válvula estará instalado en una red existente. Planteando el balance de presiones (Teorema de Bernoulli) donde existe las presiones en la red dónde se colocará la válvula.

Considerar las pérdidas en equipos, accesorios. Las válvulas regulan la fuerza impulsora y la perdida de carga.

b) La válvula deberá estar ubicado en la línea donde la presión tenga una caída en un rango del 50%.

- **Determinación de los caudales de operación.** Se requerirá información de caudales normales, máximos y mínimos:  $F_{Nmin}, F_{Nmáx}$ . Sobre todo cuando la válvula está completamente abierta. O se puede considerar 1.25 veces el caudal normal máximo.
- **Cálculo de  $C_v$  para líquidos.** Para el régimen laminar, la ecuación del coeficiente de descarga de la válvula es:

$$C_v = 0.72 \left( \frac{\mu(cp) * F(gpm)}{\Delta p_v(psi)} \right)^{-1}$$

Para el régimen es turbulento se debe analizar:

- Si hay riesgo de cavitación
- Si el flujo es crítico ó subcrítico.

*Verificación de cavitación incipiente. La válvula cavitara si:*

$$\Delta p_v \geq K_c * (P_1 - P_v)$$

$P_1 =$  Presión aguas arriba

$P_v$  Presión de vapor del fluido a la temperatura de trabajo

$P_c =$  Coeficiente de cavitación incipiente, suministrado por el fabricante

*Verificación de flujo crítico ó subcrítico*

- Flujo crítico

$$\Delta p_v \geq C_f^2 \Delta P_s$$

$$\Delta P_s = P_1 - \left[ 0.96 - 0.28 \sqrt{\frac{P_v}{P_c}} \right] P_v$$

$P_c =$  presión crítica

$C_f =$  factor de fluido crítico suministrado por el fabricante

Si  $P_v < 0.5 P$

$$\Delta P_s = P_1 - P_v$$

- Flujo subcrítico

$$\Delta p_v < C_f^2 \Delta P_s$$

- **Determinación del diámetro.** El diámetro se determina según el Cv requerido en función de la apertura. El Cv disponible por el fabricante debe ser mayor al requerido.

Si el diámetro tanto de la cañería y la válvula no coincide se debe considerar la pérdida de carga adicional usando un factor de corrección

El Cv corregido será:

$$C_V \text{ corregido} = \frac{C_V \text{ calculado}}{R}$$

$R =$  Factor de corrección de capacidad por reducción

$$R = \sqrt{1 - 1.5 \left[ \frac{-\left(\frac{d}{D}\right)^2}{R} \right] \left[ \frac{C_V(100\%)}{30d^2} \right]}$$

$d =$  diámetro de la Valvula

$=$  diámetro de la Cañeria

. Si el ángulo de reducción es menor a 40° se reemplazara el valor 1.5 por 1

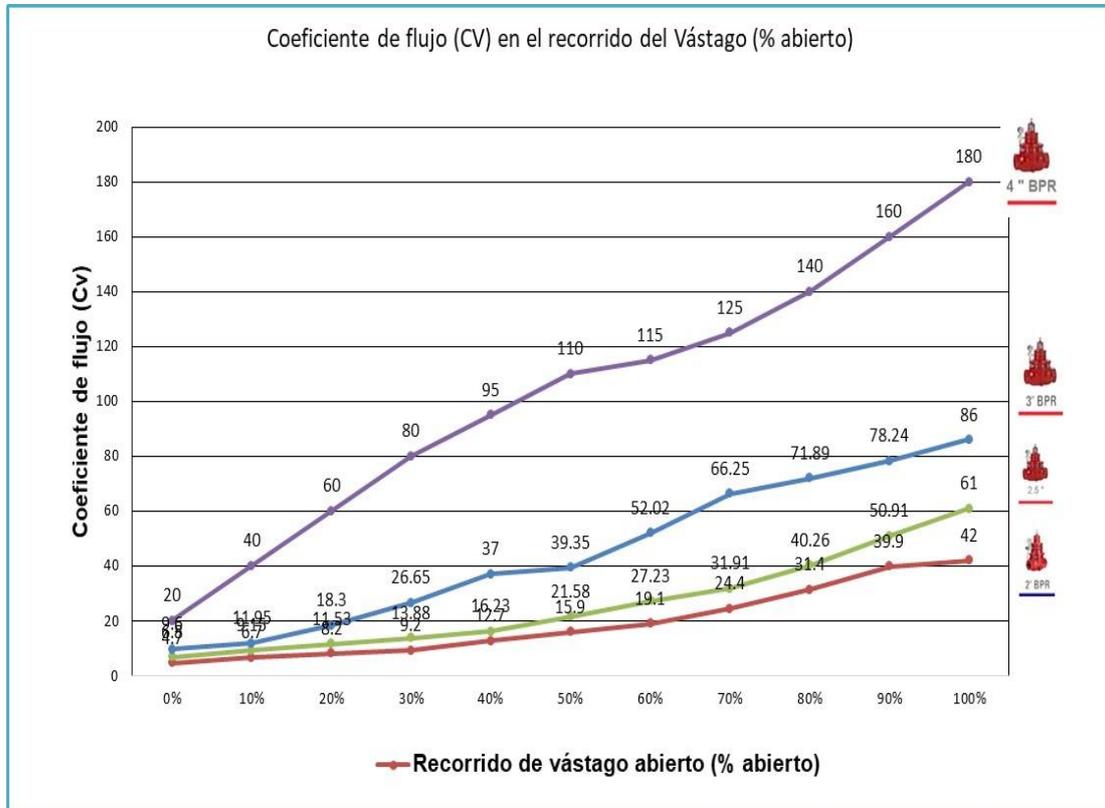
En la siguiente tabla se muestra los parametros que se debera cumplir para el diseño adecuado de las válvulas, es un indicador del tamaño de abertura en (% abierto) que se realizara en la válvula durante su manipulación.

Tamaño de la Válvula	Rango de Cv de Válvulas Esféricas	Rango de Cv de Válvulas Angulares	Flujo a 25 pies/seg GPM
1 ¼-1 ½	2.3-21	3.7-33	115
2 "	4.7-42	6.0-54	260
2 ½	6.8-61	7.8-70	370
3"	9.6-86	14-126	570
4"	20-180	27-243	1,000
6"	45-405	65-585	2,250
8"	76-684	100-900	3,900
10"	110-990	150-1350	6,150
12"	170-1530	250-2250	8,700
14"	215-1940	-----	10,500
16"	285-2570	300-2700	13,800
24"	690-6210	-----	31,300

**Figura 3.** Coeficientes de descarga Cv para líquidos.

Con la tabla de coeficiente de descarga o de flujo (Cv) se realizó la gráfica del recorrido de vástago en (% abierto) respecto al coeficiente de descarga de cada válvula donde se indica que dimensión de válvula es recomendable de acuerdo a

la capacidad de control de flujo que esta debe tener durante su manipulación, entre la **figura 3** y el planteamiento del grafico identificaremos los parámetros necesarios para el diseño de válvulas. A continuación, planteamiento del gráfico.



**Gráfico 1.** Coeficiente de flujo (Cv) en el recorrido del vástago (% abierto)

### PARÁMETRO 1 – DIMENSIONAMIENTO EN VÁLVULA DE DIÁMETRO D = 4”

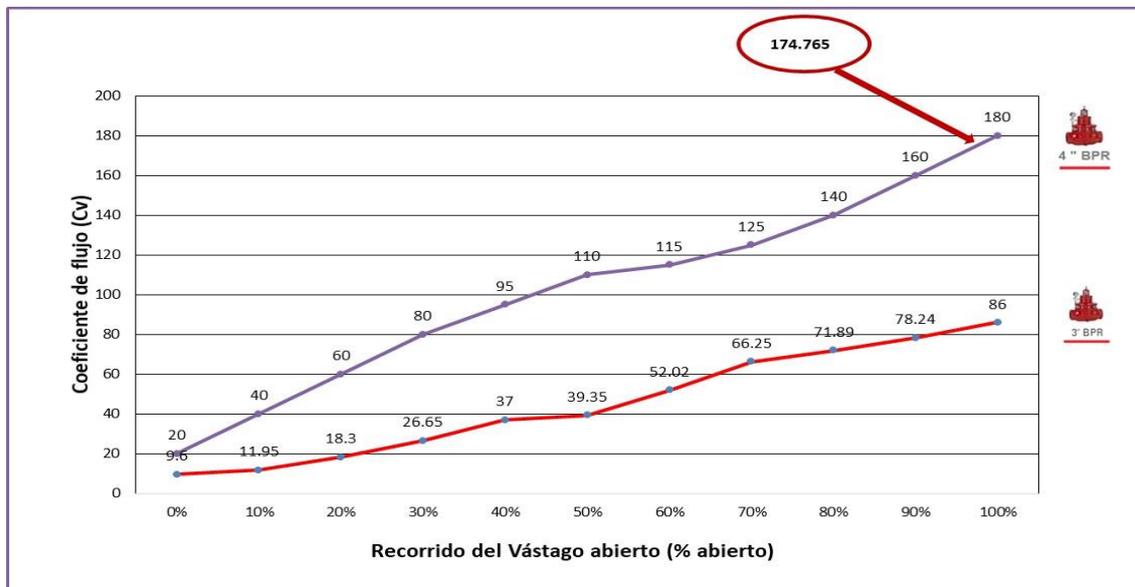
Es importante tomar en cuenta las características inherentes del flujo que define la relación caudal – apertura del elemento final de control y se mantiene constante la caída de presión través de la válvula. Se realizó las pruebas en cada una de las válvulas de acuerdo a su coeficiente de flujo (Cv), en la siguiente tabla se muestra para válvulas de diámetro de D=4”.

**Tabla 14. Coeficiente de Flujo en válvulas D=4”.**

<b>CALCULO DEL COEFICIENTE DE FLULO (Cv)</b>				
<b>TRAMO</b>		<b>Presión de Entrada (P1) -Kpa</b>	<b>Presión de Salida (P2)- Kpa</b>	<b>Coeficiente de flujo (Cv)</b>
<b>P. INICIO</b>	<b>P. FINAL</b>			
<b>Reservorio/CV, V-08</b>	<b>T-04</b>	0.076	0.066	174.765
<b>V-11</b>	<b>T-05</b>	0.064	0.054	133.154
<b>V-10</b>	<b>T-08</b>	0.087	0.077	145.637

Fuente: Elaboración propia.

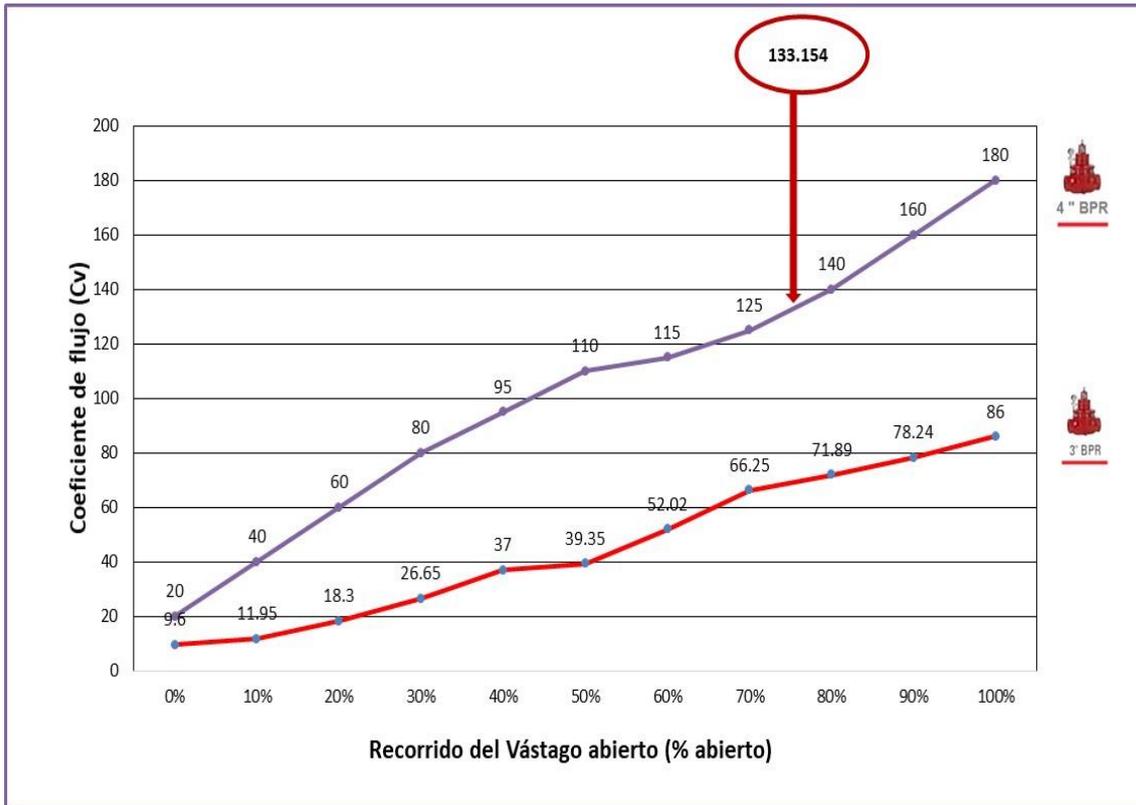
En el tramo del reservorio hasta T-04 se obtuvo un coeficiente de flujo de **Cv= 174.765** la cual se evaluará en la siguiente gráfica.



**Gráfico 2. Coeficiente de flujo (Cv) en el recorrido del vástago abierto al 95%.**

El coeficiente de flujo para la válvula **V-08** hasta el tramo T-04 es de **Cv=174.765**, donde se aprecia que se encuentra dentro del rango en un 95% de abertura lo cual cumple con los parámetros establecidos y normas actuales con una funcionalidad adecuada en válvulas de D=4”.

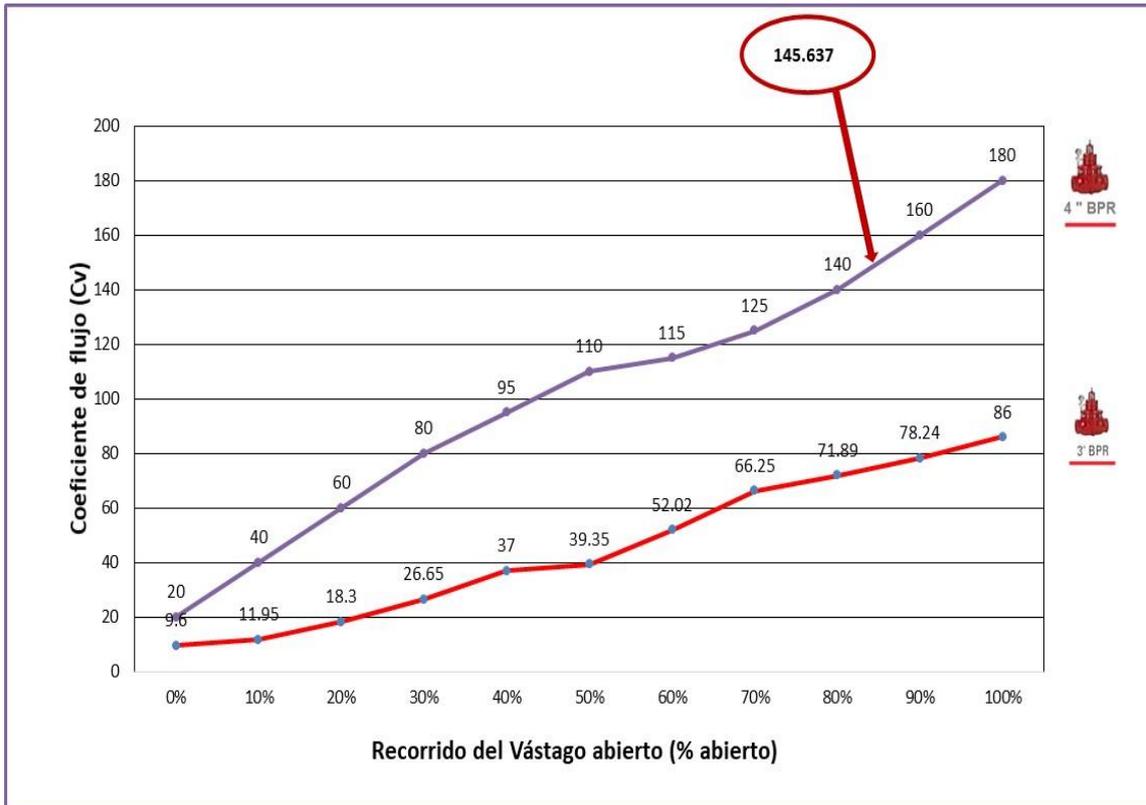
Para la válvula número V-11 que se encuentra en el tramo T-05 se obtuvo un coeficiente de flujo de Cv= 133.154 la cual se evaluará en la siguiente gráfica.



**Gráfico 3.** *Coeficiente de flujo (Cv) en el recorrido del vástago abierto al 75%.*

El coeficiente de flujo para la válvula **V-11** que se ubica en el tramo T-05 es de **Cv=133.154**, donde se aprecia que se encuentra dentro del rango en un 75% de abertura lo cual cumple con los parámetros establecidos y normas actuales con una funcionalidad apropiada en válvulas de D=4”.

Para la válvula número V-10 que se encuentra en el tramo T-08 se obtuvo un coeficiente de flujo de Cv= 145.637 la cual se evaluará en la siguiente gráfica.



**Gráfico 4.** Coeficiente de flujo (Cv) en el recorrido del vástago abierto al 87%.

El coeficiente de flujo para la válvula **V-10** que se ubica en el tramo T-08 es de **Cv=145.637**, donde se aprecia que se encuentra dentro del rango en un 87% de abertura lo cual cumple con los parámetros establecidos y normas actuales con una funcionalidad apropiada en válvulas de D=4”.

Finalmente se comprobó que las válvulas de diámetro de D=4” se encuentran dentro de los parámetros establecidos y normas vigentes.

**PARÁMETRO 2 – DIMENSIONAMIENTO EN VÁLVULA DE DIÁMETRO D = 3”**

Es importante tomar en cuenta las características inherentes del flujo que define la relación caudal – apertura del elemento final de control y se mantiene constante la caída de presión través de la válvula. Se realizó las pruebas en cada una de las válvulas de acuerdo a su coeficiente de flujo (Cv), en la siguiente tabla se muestra para válvulas de diámetro de D=3”.

Tabla 15. Coeficiente de Flujo en válvulas D=3".

CALCULO DEL COEFICIENTE DE FLULO (Cv)				
TRAMO		Presión de Entrada (P1) -Kpa	Presión de Salida (P2)- Kpa	Coeficiente de flujo (Cv)
P. INICIO	P. FINAL			
Reservorio I/CV	T-01/V-01	0.051	0.041	104.027
V-07	T-05/V-07	0.038	0.028	85.382
V-08	T-08/V-09	0.089	0.079	79.543

Fuente: Elaboración propia.

Para la válvula número V-01 que se encuentra en el tramo T-01 se obtuvo un coeficiente de flujo de Cv= 104.027 la cual se evaluará en la siguiente gráfica.

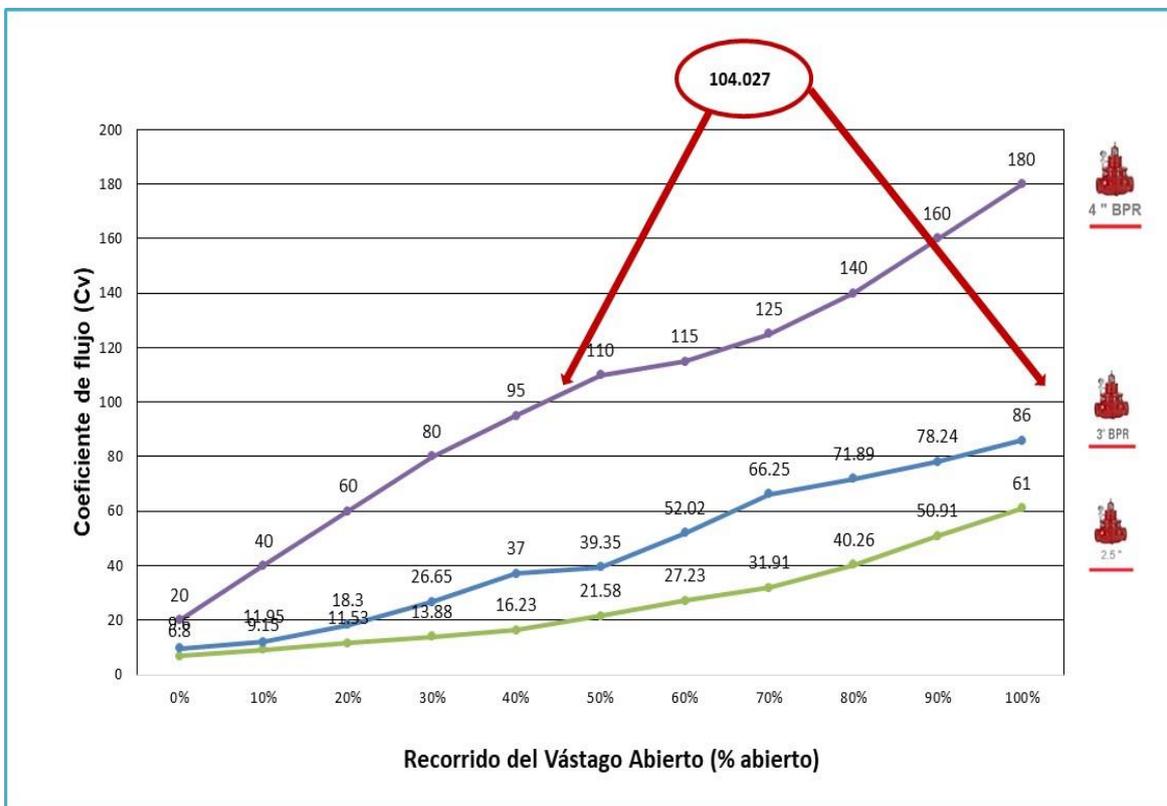


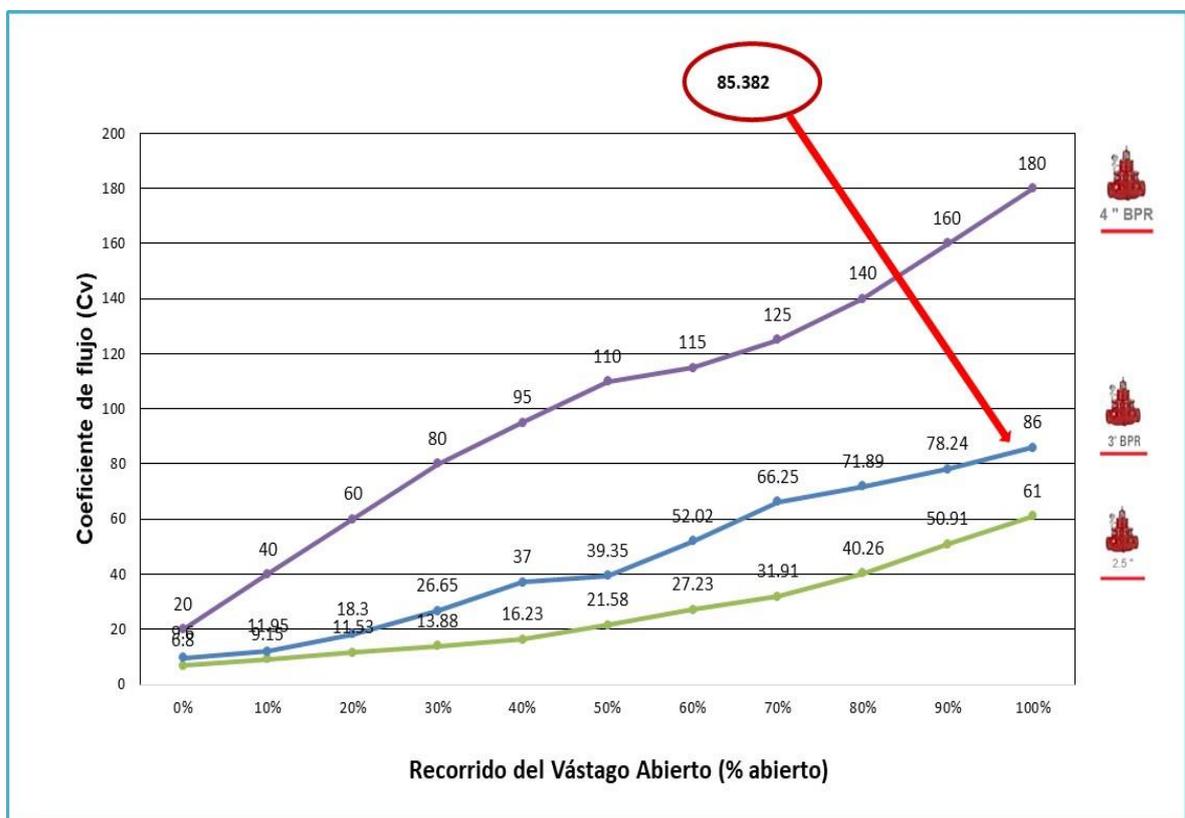
Gráfico 5. Coeficiente de flujo (Cv) en el recorrido del vástago abierto fuera de los parámetros

El coeficiente de flujo para la válvula V-01 que se ubica en el tramo T-01 es de Cv=104.027, donde se aprecia que se encuentra fuera del rango pasando el 100%

de del máximo de abertura por lo que no cumple con los parámetros establecidos y normas actuales en válvulas de D=3”.

Según el coeficiente de flujo esta válvula debería tener una dimensión de D=4” donde cumple perfectamente con los parámetros de diseño de válvulas al encontrarse en un 45% de abertura como lo muestra la **gráfica 5.**, adecuado para desempeñarse con esa dimensión.

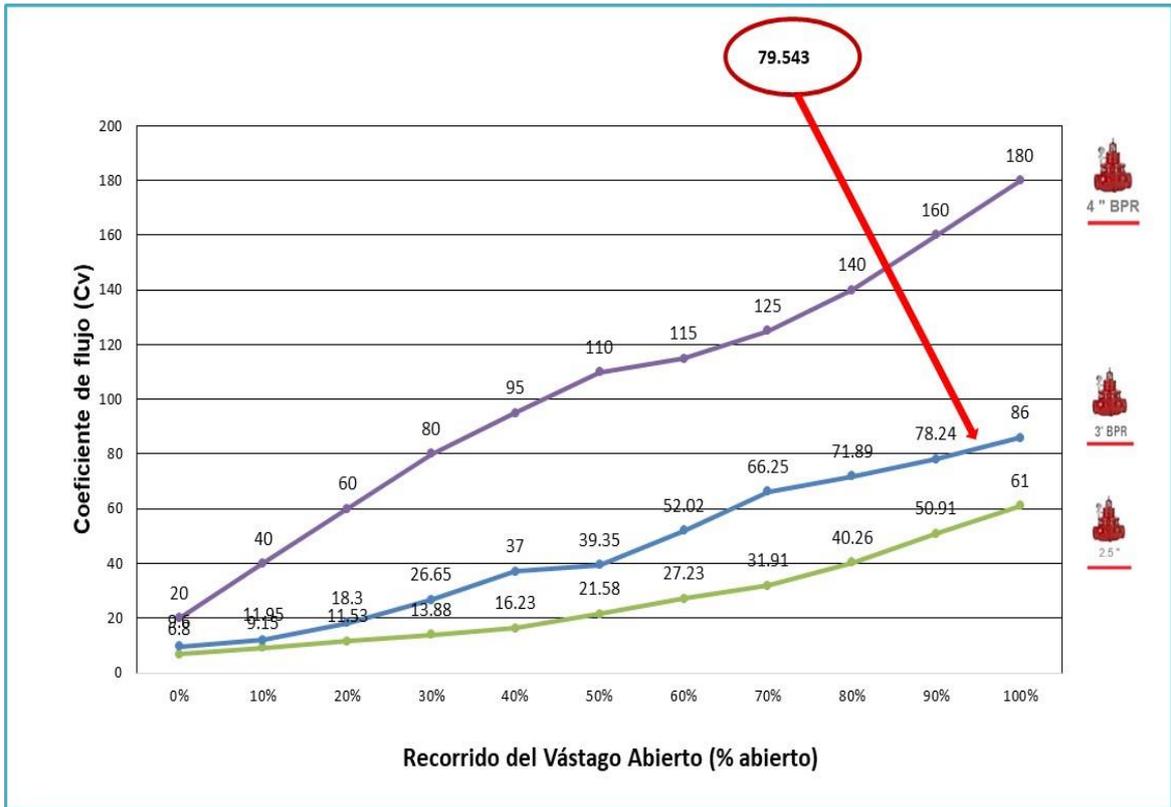
Para la válvula número V-07 que se encuentra en el tramo T-05 se obtuvo un coeficiente de flujo de Cv= 85.382 la cual se evaluará en la siguiente gráfica.



**Gráfico 6.** Coeficiente de flujo (Cv) en el recorrido del vástago abierto a un 98%.

El coeficiente de flujo para la válvula **V-07** que se ubica en el tramo T-05 es de **Cv=85.382**, donde se aprecia que se encuentra dentro del rango en un 98% de abertura por lo que si cumple con los parámetros establecidos y normas actuales en válvulas de D=3.

Para la válvula número V-08 que se encuentra en el tramo T-08 se obtuvo un coeficiente de flujo de Cv= 79.543 la cual se evaluará en la siguiente gráfica.



**Gráfico 7.** Coeficiente de flujo (Cv) en el recorrido del vástago abierto a un 94 %.

El coeficiente de flujo para la válvula **V-08** que se ubica en el tramo T-08 es de **Cv=79.543**, donde se aprecia que se encuentra dentro del rango en un 94% de abertura por lo que si cumple con los parámetros establecidos y normas actuales en válvulas de D=3”.

Finalmente se concluye que en la válvula V-01 no cumple con los parámetros por lo que debería ser sustituido por una válvula de mayor dimensión en este caso de D= 4” tal como se aprecia en el **Gráfico 5**. Las dos válvulas restantes evaluadas si cumplen y se encuentran en el rango establecido.

**PARÁMETRO 3 – DIMENSIONAMIENTO EN VÁLVULA DE DIÁMETRO D = 2.”**

Es importante tomar en cuenta las características inherentes del flujo que define la relación caudal – apertura del elemento final de control y se mantiene constante la caída de presión través de la válvula. Se realizó las pruebas en cada una de las válvulas de acuerdo a su coeficiente de flujo (Cv), en la siguiente tabla se muestra para válvulas de diámetro de D=3”.

Tabla 16. Coeficiente de Flujo en válvulas D=2.5”.

CALCULO DEL COEFICIENTE DE FLULO (Cv)				
TRAMO		Presión de Entrada (P1) -Kpa	Presión de Salida (P2)- Kpa	Coeficiente de flujo (Cv)
P. INICIO	P. FINAL			
V-02, V-04	T-01/T-02	0.070	0.060	47.481
V-04	T-02	0.022	0.012	54.094
V-12	T-07	0.028	0.018	58.255

Fuente: Elaboración propia.

Para la válvula número V-02 que se encuentra en el tramo T-01 se obtuvo un coeficiente de flujo de Cv= 47.481 la cual se evaluará en la siguiente gráfica.

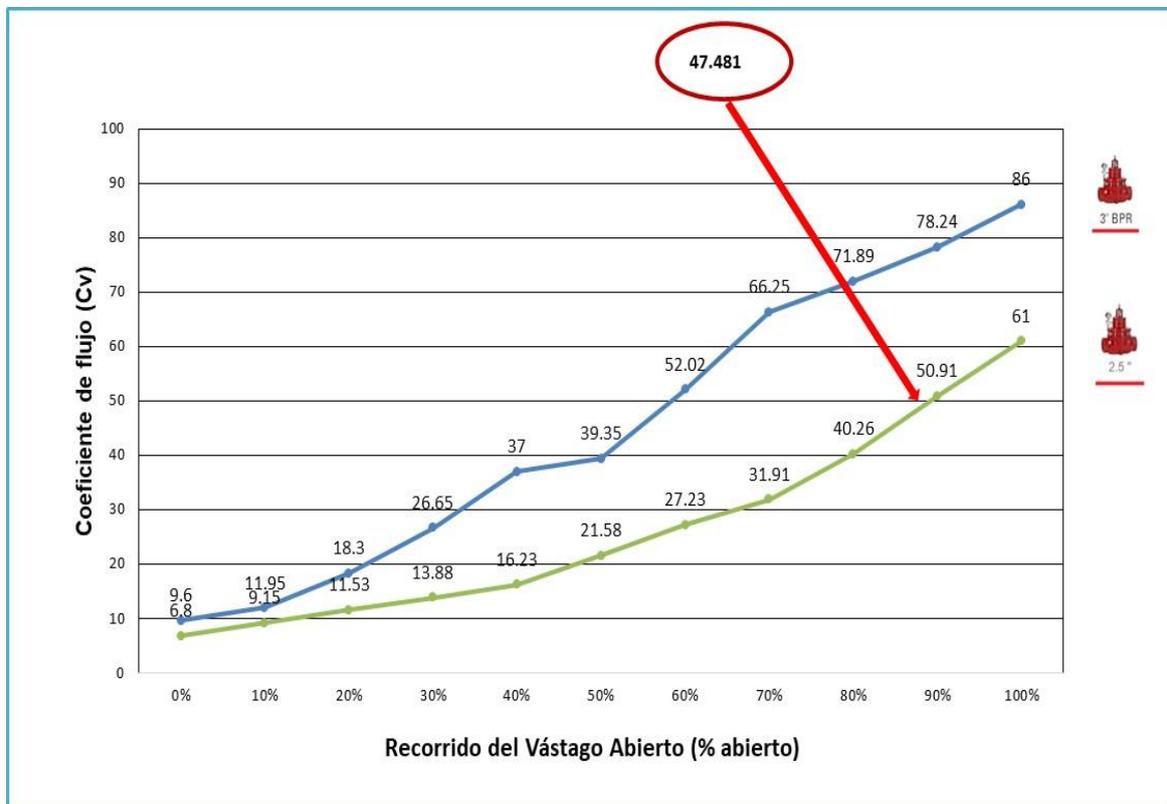
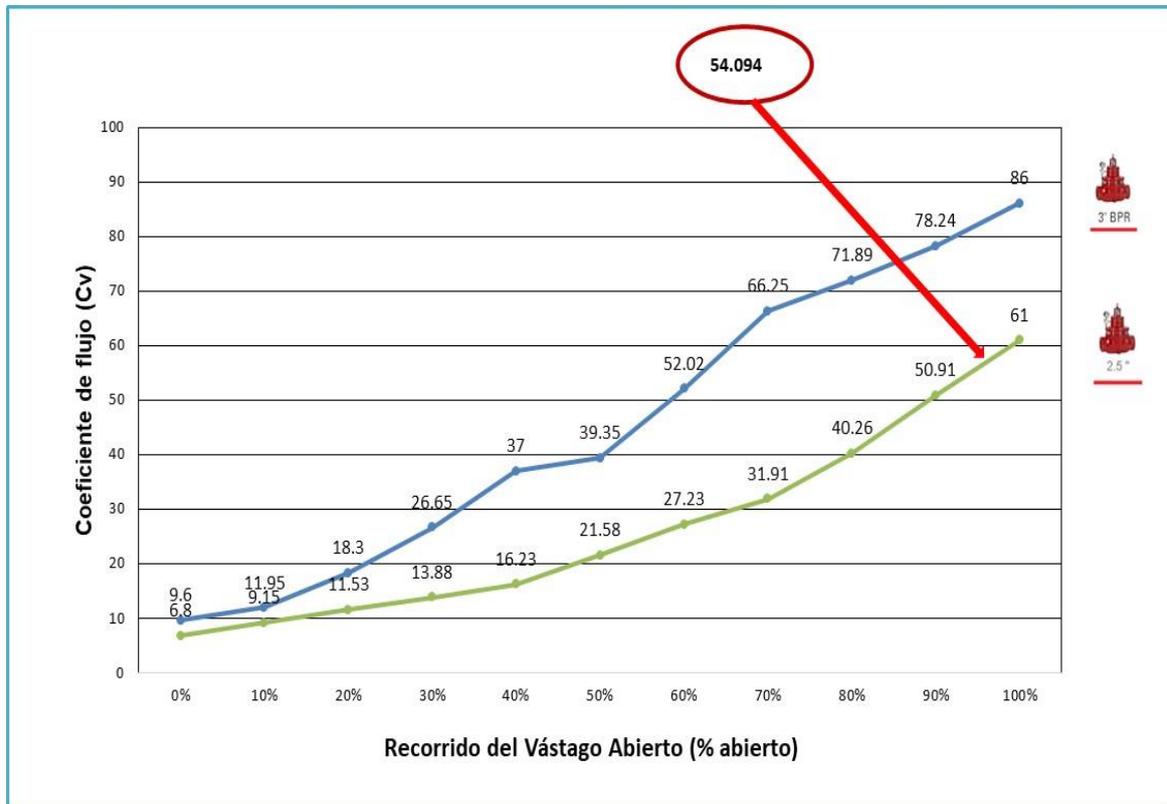


Gráfico 8. Coeficiente de flujo (Cv) en el recorrido del vástago abierto a un 90 %.

El coeficiente de flujo para la válvula **V-02** que se ubica en el tramo T-01 es de **Cv=47.481**, donde se aprecia que se encuentra dentro del rango en un 90% de abertura por lo que si cumple con los parámetros establecidos y normas actuales en válvulas de D=2.5”.

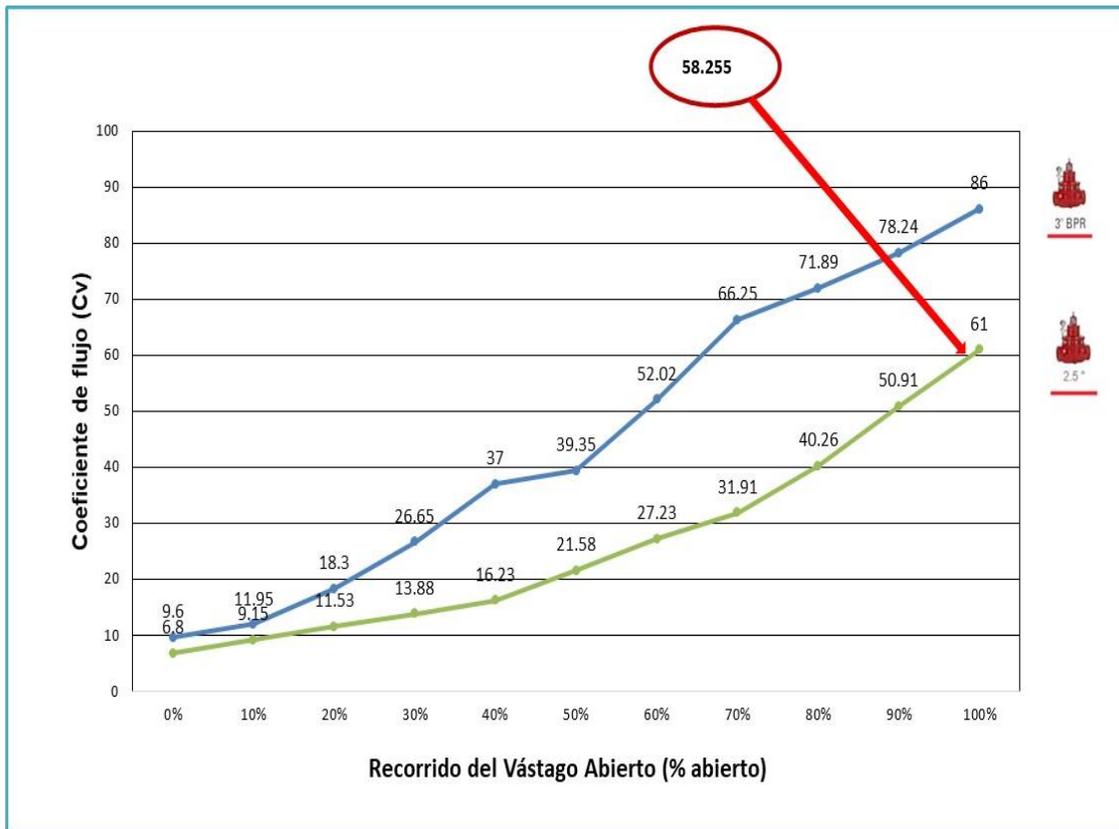
Para la válvula número V-04 que se encuentra en el tramo T-02 se obtuvo un coeficiente de flujo de  $C_v = 54.094$  la cual se evaluará en la siguiente gráfica.



**Gráfico 9.** Coeficiente de flujo ( $C_v$ ) en el recorrido del vástago abierto a un 97 %.

El coeficiente de flujo para la válvula **V-04** que se ubica en el tramo T-02 es de  **$C_v = 54.094$** , donde se aprecia que se encuentra dentro del rango en un 97% de abertura por lo que si cumple con los parámetros establecidos y normas actuales en válvulas de  $D = 2.5''$ .

Para la válvula número V-12 que se encuentra en el tramo T-07 se obtuvo un coeficiente de flujo de  $C_v = 58.255$  la cual se evaluará en la siguiente gráfica.



**Gráfico 10.** *Coeficiente de flujo (Cv) en el Recorrido del vástago abierto a un 98 %.*

El coeficiente de flujo para la válvula **V-12** que se ubica en el tramo T-07 es de **Cv=58.255**, donde se aprecia que se encuentra dentro del rango en un 98% de abertura por lo que si cumple con los parámetros establecidos y normas actuales en válvulas de D=2.5”.

Finalmente se concluye que todas las válvulas se encuentran dentro del rango cumpliendo todos los parámetros establecidos para diámetros de D=3”.

#### **PARÁMETRO 4 – DIMENSIONAMIENTO EN VÁLVULA DE DIÁMETRO D = 2”**

Es importante tomar en cuenta las características inherentes del flujo que define la relación caudal – apertura del elemento final de control y se mantiene constante la caída de presión través de la válvula. Se realizó las pruebas en cada una de las válvulas de acuerdo a su coeficiente de flujo (Cv), en la siguiente tabla se muestra para válvulas de diámetro de D=2”.

Tabla 17. Coeficiente de Flujo en válvulas D=2”.

CALCULO DEL COEFICIENTE DE FLULO (Cv)				
TRAMO		Presión de Entrada (P1) -Kpa	Presión de Salida (P2)- Kpa	Coeficiente de flujo (Cv)
P. INICIO	P. FINAL			
V-05	T-03	0.082	0.072	45.772
V-06	T-02	0.064	0.054	49.933
V-03	T-02	0.018	0.008	66.577

Fuente: Elaboración propia

Para la válvula número V-05 que se encuentra en el tramo T-03 se obtuvo un coeficiente de flujo de Cv= 45.772 la cual se evaluará en la siguiente gráfica.

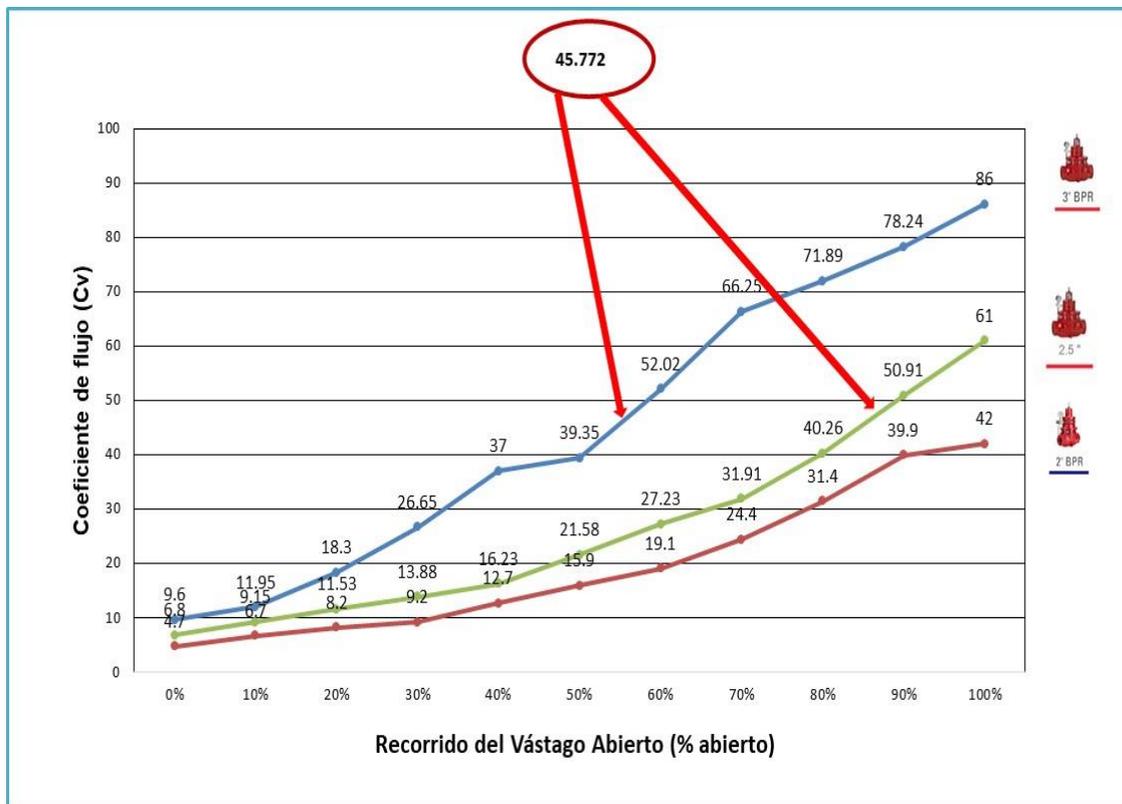
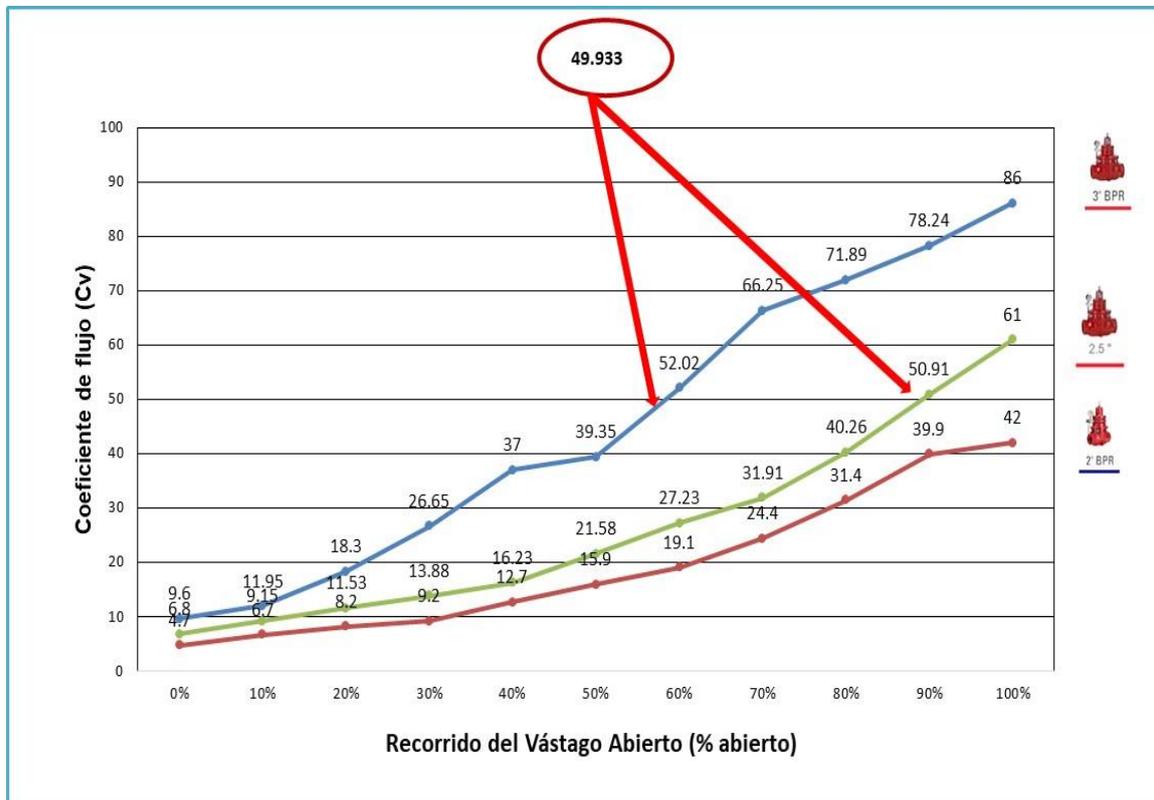


Gráfico 11. Coeficiente de flujo (Cv) en el Recorrido del vástago abierto a un 58 % para diámetro de D=3” y en un 89% para un diámetro de D=2.5”.

El coeficiente de flujo para la válvula **V-05** que se ubica en el tramo T-03 es de **Cv=45.772**, donde se aprecia que se encuentra dentro del rango en un 58% de apertura, pero para una dimensión mayor de válvula que corresponde a un diámetro D=3” así mismo también cumple para válvulas de dimensión de D=2.5” en un 89% de

abertura respectivamente. En este caso no cumple con los parámetros establecidos y normas actuales por tratarse de válvula de D=2”.

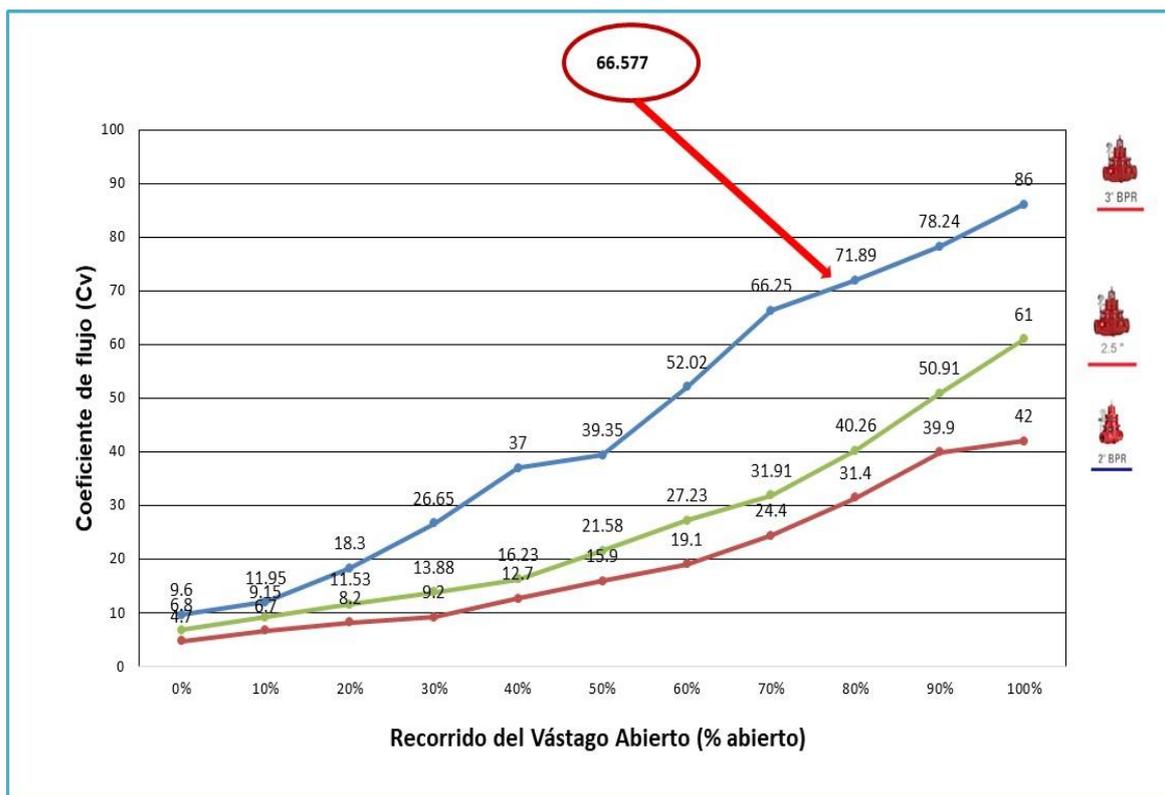
Para la válvula número V-06 que se encuentra en el tramo T-02 se obtuvo un coeficiente de flujo de Cv= 49.933 la cual se evaluará en la siguiente gráfica.



**Gráfico 12.** Coeficiente de flujo (Cv) en el Recorrido del vástago abierto a un 62 % para diámetro de D=3” y en un 90% para un diámetro de D=2.5”.

El coeficiente de flujo para la válvula **V-06** que se ubica en el tramo T-02 es de **Cv=49.933**, donde se aprecia que se encuentra dentro del rango en un 62% de apertura, pero para una dimensión mayor de válvula que corresponde a un diámetro D=3” así mismo también cumple para válvulas de dimisión de D=2.5” en un 90% de apertura respectivamente. En este caso no cumple con los parámetros establecidos y normas actuales por tratarse de válvula de D=2”.

Para la válvula número V-03 que se encuentra en el tramo T-02 se obtuvo un coeficiente de flujo de Cv= 66.577 la cual se evaluará en la siguiente gráfica.



**Gráfico 13.** *Coeficiente de flujo (Cv) en el Recorrido del vástago abierto a un 81 % para diámetro de D=3”.*

El coeficiente de flujo para la válvula **V-03** que se ubica en el tramo T-02 es de **Cv=66.577**, donde se aprecia que se encuentra dentro del rango en un 81% de abertura, pero para una dimensión mayor de válvula que corresponde a un diámetro D=3”. En este caso no cumple con los parámetros establecidos y normas actuales por tratarse de válvula de D=2.

Responde al **objetivo específico c) proponer el diseño del sistema de riego tecnificado por aspersión**, para el diseño del sistema de riego tecnificado por aspersión de la localidad de Yanacancha del Centro Poblado de Machac del Distrito de Chavín de Huantar, Huari 2022 se propone.

- **PLANTEAMIENTO HIDRÁULICO**, conformado desde la captación de agua, red de conducción, reservorio, la red de distribución que conforma el sistema de riego por aspersión y las obras de arte que conforman el sistema de riego (CRP-07, Válvulas de control, válvulas de purga, Hidrantes de riego se colocan las líneas laterales móvil de aspersión compuesta de una llave

bayoneta ¾" plasson, un trípode metálico, un aspersor VYR 66 plástico y una manguera HDPE 32 mm, cuyo objetivo es regar los cultivos. El riego será por turnos controlados por válvulas de control de flujo, cada turno tendrá 4 horas de riego. Las parcelas se han dividido en 7 grupos o sectores de riego en orden semanal de lunes a domingo.

- **ESQUEMA HIDRÁULICO**, el sistema de riego será por aspersión con tres turnos de riego en el día. Plano del sistema de riego (Ver Anexo 6).

- **PLAN DE RIEGO.**

**DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE RIEGO DEL ASPERSOR**, el proyecto que se encuentra en la Localidad de Yanacancha es independiente, de acuerdo a la disponibilidad hídrica. Se ha planificado un riego Tecnificado por aspersión que se aplicará por turnos entre los beneficiarios. De acuerdo a la capacidad de almacenamiento o agua disponible (AD), considerando un umbral de riego de 0.50, y una profundidad de las raíces de 0.30 m, determinamos la dotación bruta de riego:

**Tabla 18.** Dotación Bruta de Riego por Jornada.

DOTACIÓN BRUTA DE RIEGO POR JORNADA	
Tipo de Suelo	Franco Arenoso
Capacidad de almacenamiento (AD)	200.00 mm/m
Factor de agotamiento o umbral (P)	0.5
Lámina Neta riego LN = AD * P =	100.00 mm/m
Profundidad del Suelo (h)	0.30 m
Evapotranspiración Real (Etr=UC)	3.99 mm/día
Intervalo de Riego IR = AD * P * h / Etr=	7 Días
Dotación neta (Dn) = Etr*IR	27.93 mm
Eficiencia de riego (Ef) =	0.75
Dotación bruta semanal (Dbs) = Dn / Ef =	37.24 mm
Número de riegos semanales (Nr)	2
Dotación bruta por riego (Db) = Dbs / Nr	18.62 mm/día

Fuente: Elaboración propia.

Viendo que el Intervalo de riego es de 7 días, para cada sector se establece 03 turnos de riego en el día de 4 horas por cada turno, con una jornada total de 12 horas por día. Para determinar la capacidad de riego de un

aspersor en particular, seleccionamos uno que pueda cumplir con las características del proyecto:



Figura 4. Características técnicas del aspersor.

<b>RENDIMIENTOS CON DOS BOQUILLAS</b> Boquilla estándar						
PRESIÓN KG/CM²	3,57 x 2,38 mm 9/64" - 3/32"		3,96 x 2,38 mm 5/32" - 3/32"		⊗ 4,36 x 2,38 mm 11/64" - 3/32"	
	R (M)	Q (L/H)	R (M)	Q (L/H)	R (M)	Q (L/H)
1,70	12,5	950	13	1096	13,5	1246
2,00	13	1030	13,5	1185	14	1352
2,50	13,5	1145	14	1329	14,5	1514
3,00	13,75	1254	14,25	1452	14,75	1664
3,50	14	1355	14,5	1568	15	1794
4,00	14,25	1450	14,75	1671	15,25	1911
4,50	14,5	1530	15	1767	15,5	2028
5,00	14,5	1602	15	1835	15,5	2112

Figura 5. Rendimiento con dos boquillas 3.57 x 2.38 mm – 4.36 x 2.38 mm.

<b>RENDIMIENTOS CON DOS BOQUILLAS</b> Boquilla estándar						
PRESIÓN KG/CM <sup>2</sup>	4,76 x 2,38 mm 3/16" – 3/32"		5,15 x 3,17 mm 13/64" – 1/8"		5,55 x 3,17 mm 7/32" – 1/8"	
	R (M)	Q (L/H)	R (M)	Q (L/H)	R (M)	Q (L/H)
1,70	14	1393	14,5	1841	14,75	2065
2,00	14,5	1518	15	2018	15,5	2254
2,50	15	1706	15,5	2261	16	2544
3,00	15,25	1875	15,75	2478	16,25	2794
3,50	15,5	2031	16	2681	16,5	3030
4,00	15,75	2175	16,25	2870	16,75	3233
4,50	16	2300	16,5	3038	17	3375
5,00	16	2400	16,75	3143	17,25	3455

**Figura 6.** Rendimiento con dos boquillas 4.76 x 2.38 mm – 5.55 x 3.17 mm.

El aspersor seleccionado es para una presión de 2.00 Kg/cm<sup>2</sup>, con 02 boquillas de 5.55 x 3.17 mm, de caudal Q= 2254 L/H y un radio de riego 15.5 metros.

#### NÚMEROS DE POSTURAS DEL ASPERSOR

a). **Velocidad de Infiltración del agua al suelo**, para el tipo de suelo Franco Arenoso, se tiene:

Velocidad máxima de aplicación (VMA) es: **10.00 mm/h**

(Para suelo Gravas arcillosas con arena con pendiente >15%)

**Pluviometría máxima (mm/h) admisible en función de la textura del suelo**

Clase de suelo	Pendiente 0-5%		Pendiente 5-8%		Pendiente 8-12%		Pendiente >15%	
	Con Vegetación	Desmado	Con Vegetación	Desmado	Con Vegetación	Desmado	Con Vegetación	Desmado
Arena gruesa de textura uniforme	50	50	50	38	38	25	25	12
Arena gruesa sobre subsuelo compacto	44	38	31	25	25	19	19	10
Arenoso franco de textura uniforme	44	25	32	20	25	15	19	10
Arenoso franco sobre subsuelo compacto	32	19	25	13	19	10	13	7,5
Limoso franco de textura uniforme	25	13	20	10	15	7,5	10	5,1
Limoso franco sobre subsuelo compacto	15	7,5	13	6,4	10	3,8	7,5	2,5
Arcilloso fuerte o arcilloso franco	5	3,8	3,8	2,5	3	2	2,5	1,5

**Figura 7.** Pluviometría máxima (mm/h) admisible en función de la textura del suelo.

**b). Características del Aspersor Seleccionado**

**Tabla 19.** Características del Aspersor Seleccionado.

Características del Aspersor Seleccionado		
Tamaño de boquilla =	3.17	mm
Presión de trabajo =	2.00	atm
Carga en columna de agua (Ha) =	20.00	mm
Caudal Aspersor (qa) =	2.25	m3/h
Radio mojado (Rm) =	15.50	m
Diámetro mojado (Øm)	31.00	m
Área mojada (Am) =	755.00	m2

Fuente: Elaboración propia.

**c) Espaciamiento entre aspersores, escogemos un marco cuadrado de:**

$$Ea = 18.00 \text{ m}$$

$$EI = 18.00 \text{ m}$$

**d) Velocidad de aplicación del Aspersor (Va).**

$$Va = qa/(Ea.EI) \qquad \qquad \qquad 6.96 \text{ mm/h}$$

**< VMA: BIEN**

**e) Tiempo de riego por Aspersión (Tr).**

$$\text{Tr} = \text{Va} / \text{Db} \qquad \qquad \qquad \mathbf{1.70 \text{ h}}$$

**f) Número de Posturas (NP).**

$$\text{Jornada de Riego:} \qquad \qquad \qquad \mathbf{Jr = 12 \text{ horas / día}}$$

$$\text{NP} = \text{Jr} / \text{Tr} \qquad \qquad \qquad \mathbf{NP = 7.00 \text{ pos / día}}$$

**g) Área de Rendimiento de 01 Aspersor (As).**

$$\text{Marco de Riego del Aspersor: } \text{Am} = \text{Ea.EI} \qquad \qquad \qquad \mathbf{324 \text{ m}^2}$$

$$\text{Área rendimiento:} \qquad \qquad \qquad \text{As} = \text{Am.NP} \qquad \qquad \qquad \mathbf{2268 \text{ m}^2}$$

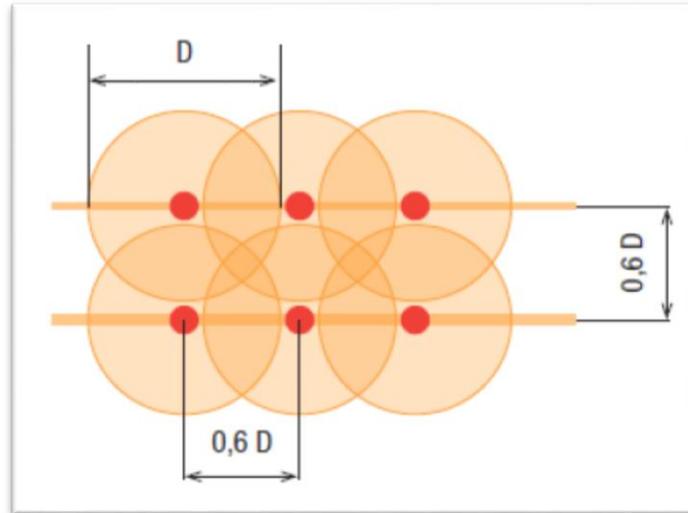
$$\text{Espaciamiento máximo de aspersores} = \mathbf{18.6 \text{ m}} \qquad \qquad \mathbf{0.60 * \varnothing \text{ m}}$$

Se ha escogido una pluviometría de  $P= 10 \text{ mm/h}$  para un suelo intermedio del tipo arenoso franco de textura uniforme.

Los aspersores de riego deben de moverse, con la finalidad de irrigar toda la parcela durante la jornada de trabajo. El tiempo que se coloca el aspersor de un punto a otro, será el tiempo máximo que el suelo pueda absorber la lluvia del aspersor, luego tendrá que moverse a otro punto y así sucesivamente hasta cubrir toda la parcela, de ser necesario se volverá a regar desde el primer punto.

Una vez irrigada una zona con el aspersor este se moverá, hasta completar las dimensiones de la parcela. Cada movimiento del aspersor se denomina postura, la cual se determina de la siguiente manera para cada sector de riego.

El riego de las parcelas será mediante patrones de riego cuadrada o triangular con separación de una estación a otra de 60% del diámetro de alcance.



**Figura 8.** *Tipos de patrones de riego.*

Patrón de riego de forma cuadra, donde el aspersor móvil se irá desplazando de un punto a otro con distancias de  $0.60D$  y El desplazamiento se dará en cada tiempo de riego por aspersor ( $T_r$ ).

Durante una Jornada de riego de 12 horas, el Aspersor seleccionado toma un tiempo de riego de 1.70 horas (1 horas y 42 min), y se puede mover a otro punto de riego. Durante la jornada de riego el aspersor tiene hasta 7 posturas de riego, por lo tanto, durante una jornada completa el aspersor rinde un área de riego de  $2268 \text{ m}^2$  o 0.2268 hectáreas.

## V. DISCUSIÓN

Se generó en cada uno de los parámetros hidráulicos comparativos en válvulas de la investigación y de los objetivos específicos:

### a. **Evaluar los cálculos hidráulicos en el diseño de válvulas:**

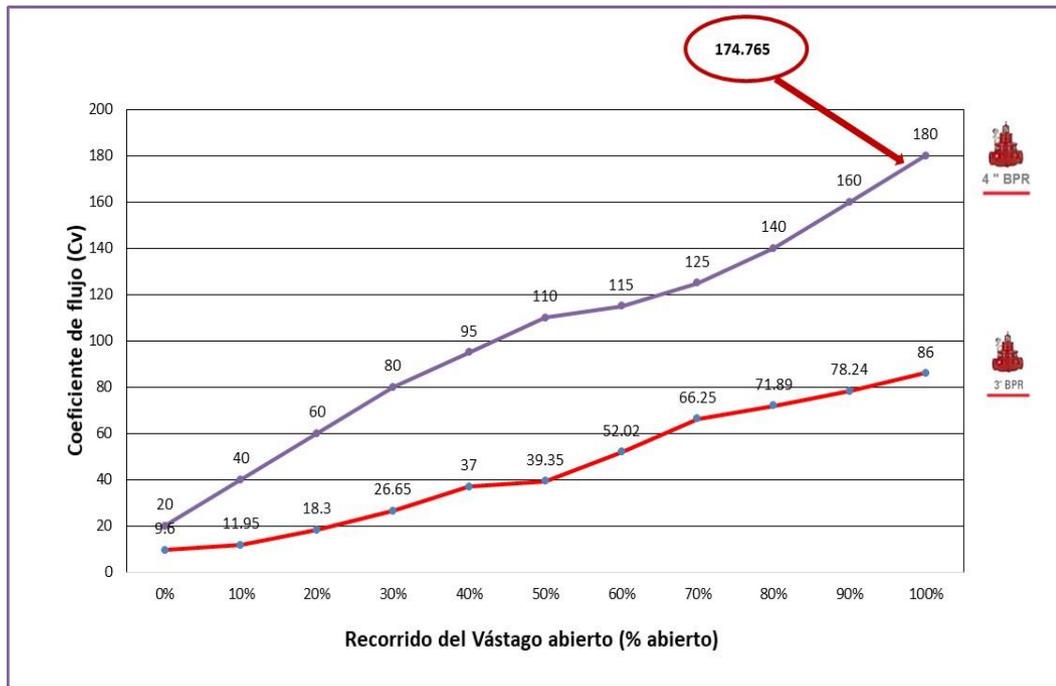
Para cualquier tipo de investigación en temas hidráulicos debemos conocer que el agua es el elemento primordial para la vida tanto como los seres humanos, animales y plantas lo cual conlleva una gran responsabilidad en cuanto a su uso de tal manera que pueda abastecer de manera eficiente a las diferentes comunidades que están influenciadas por ello se realizó los cálculos hidráulicos con datos obtenidos en campo, también se realizó los trabajos de levantamiento topográfico, estimación de caudal de agua utilizando los datos que nos proporciona las entidades como son Senamhi y Minagri ,para la evaluación de los cálculos hidráulicos se tomó en cuenta los **Parámetros de diseño - Fórmula de Hazen-William**, para la determinación de los diámetros de las tuberías principales de la red de distribución las cuales pasan por las válvulas de control de flujos para tuberías de PVC, con un coeficiente  $C= 150$ , para calcular la pérdida por fricción en el transporte de agua por la tubería, pérdidas de carga, cálculo de las velocidades, caudales, pendientes y por ello estimar los desniveles de terreno entre válvulas. Se utiliza la **Ecuación de Bernoulli** para la estimación de presiones tanto de entrada como de salida del flujo de agua en válvulas. Estos hallazgos se asemejan a los resultados encontrados por **Taco (2018)** en su tesis “Diseño de válvula reguladora de caudal de chorro hueco para un salto neto máximo de 20 m y un caudal máximo de 15 m<sup>3</sup>/s”, donde el autor selecciona los componentes estándar e hizo el análisis de mecánica de fluidos del índice de cavitación, golpe de ariete y la frecuencia natural. Las conclusiones más relevantes al que arriba la investigación son que en la operación el caudal de salida debería estar cercano al 80% de su capacidad y que el análisis estático y de vibraciones determina el espesor de la válvula. Los resultados presentados encuentran fundamento en lo señalado por Singla (2017) quien definió que “Las válvulas, con su control y posicionamiento asociados, merecen una atención muy importante de seguridad y la estabilidad de los sistemas hidráulicos. Especialmente muy

importante en el ámbito de la realidad” (p.10). Asimismo, Malca y Quiroz (2016) en su investigación señalaron sobre “los parámetros hidráulicos que la presión es la magnitud que relaciona la fuerza con la superficie sobre la que actúa, es decir, equivale a la fuerza que actúa sobre la unidad de superficie” (p. 23).

**b. Evaluar las válvulas adecuadas según las normativas y parámetros vigentes:**

Se realizó el diseño de las válvulas, tomando criterios importantes como sus características inherentes de flujo que define la relación caudal - apertura del elemento final de control y se mantiene constante la caída de presión a través de la válvula. En forma equivalente, la característica de flujo inherente es la relación entre coeficiente de flujo  $C_v$  y la apertura.

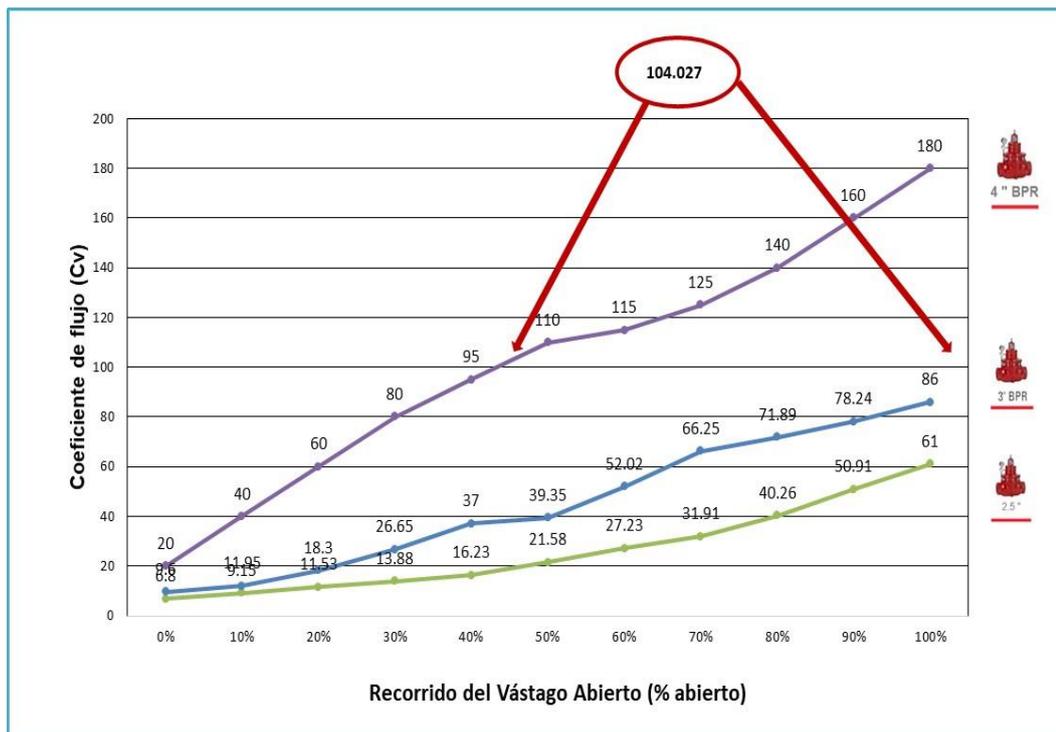
**PARÁMETRO 1 – DIMENSIONAMIENTO EN VÁLVULA DE DIÁMETRO D =4”**, en el diseño de válvulas se realizó los cálculos del coeficiente de flujo para poder conocer si cumple con los parámetros establecido que indican el tamaño de la válvula para la cantidad de flujo que pasara por ella, la velocidad del agua varía dependiendo de la pendiente del terreno alcanzando velocidades máximas y mínimas lo cual se producen en algunas ocasiones perdidas de carga y el denominado efecto de ariete este dependiente del porcentaje de apertura que la válvula trabaja tal como se muestra en la **gráfica 2** .



En la gráfica se observa que el coeficiente de flujo ( $C_v$ ) es de  $C_v = 174.765$  donde el recorrido del vástago abierto es al 95%, lo cual no es recomendable por estar al máximo de porcentaje de abertura, pero si cumple y está dentro del rango establecido.

Las dos válvulas restantes se encuentran en el rango óptimo cumpliendo los parámetros de manera correcta, encontrándose en  $C_v = 133.154$  con un 75% de abertura y el otro con un  $C_v = 145.637$  con un 87% tal como se aprecia en los gráficos 3 y 4 respectivamente.

**PARÁMETRO 2 – DIMENSIONAMIENTO EN VÁLVULA DE DIÁMETRO  $D = 3''$** , para el diseño de esta dimensión de válvulas se realizó los cálculos del coeficiente de flujo para poder conocer si cumple con los parámetros establecido que indican el tamaño de la válvula para la cantidad de flujo que atraviesa por ella, la velocidad del agua varía dependiendo de la pendiente del terreno alcanzando velocidades máximas y mínimas lo cual se producen en algunas ocasiones pérdidas de carga, veremos si cumple con las dimensiones requeridas como indica la **gráfica 5**.



En la gráfica se observa que el coeficiente de flujo (Cv) es de  $C_v = 104.027$  que corresponde a los parámetros establecidos para válvulas de  $D = 4"$  lo cual nos da un indicador del tipo de válvula que se debería emplear en este tramo con un recorrido del vástago abierto es al 45%.

En el **grafico 6**. El coeficiente de flujo es de  $C_v = 85.382$  con una abertura del 98% encontrándose al máximo de los parámetros permitidos.

En el **grafico 7**. El coeficiente de flujo es de  $C_v = 79.543$  con una abertura del 94% encontrándose al máximo de los parámetros permitidos.

**PARÁMETRO 3 DIMENSIONAMIENTO EN VÁLVULA DE DIÁMETRO  $D = 2.5"$** , para el diseño de esta dimensión de válvulas se realizó los cálculos del coeficiente de flujo para poder conocer si cumple con los parámetros establecido que indican el tamaño de la válvula para la cantidad de flujo que atraviesa por ella, la velocidad del agua varía dependiendo de la pendiente del terreno alcanzando velocidades máximas y mínimas lo cual se producen en algunas ocasiones perdidas de carga, veremos si cumple con las dimensiones requeridas.

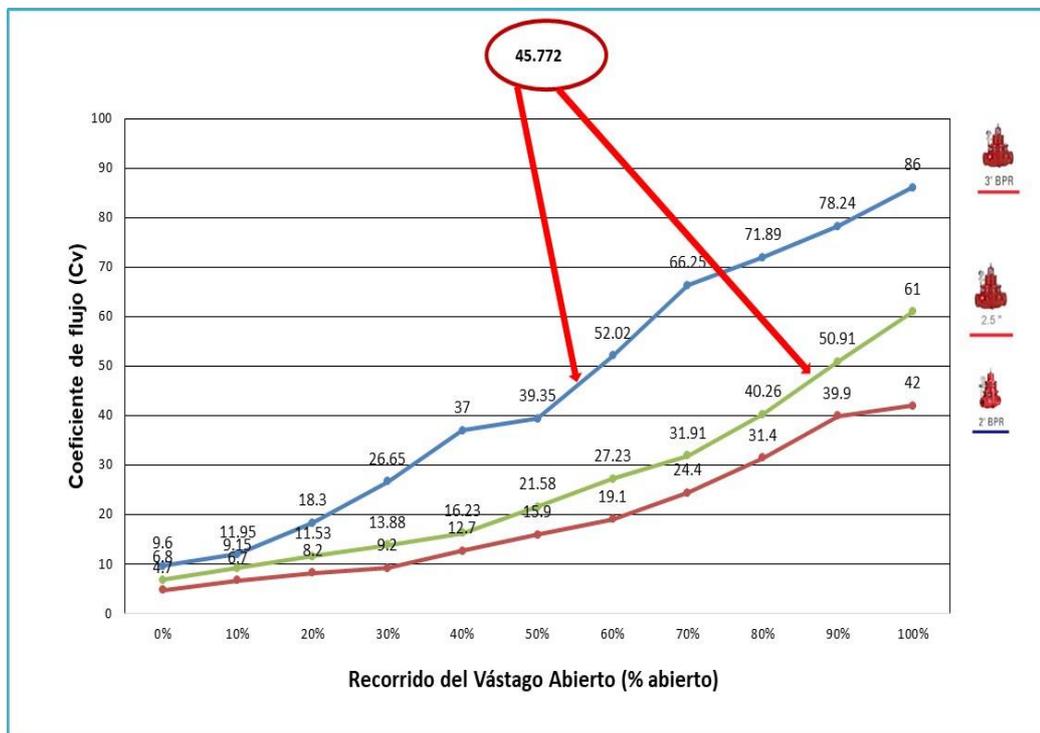
En el **grafico 8**. El coeficiente de flujo es de  $C_v = 47.481$  con una abertura del 90% encontrándose al máximo de los parámetros permitidos.

En el **grafico 9**. El coeficiente de flujo es de  $Cv=54.094$  con una abertura del 97% encontrándose al máximo de los parámetros permitidos.

En el **grafico 10**. El coeficiente de flujo es de  $Cv=58.255$  con una abertura del 98% encontrándose al máximo de los parámetros permitidos.

**PARÁMETRO 4 – DIMENSIONAMIENTO EN VÁLVULA DE DIÁMETRO  $D = 2''$** , para el diseño de esta dimensión de válvulas se realizó los cálculos del coeficiente de flujo para poder conocer si cumple con los parámetros establecido que indican el tamaño de la válvula para la cantidad de flujo que atraviesa por ella, la velocidad del agua varía dependiendo de la pendiente del terreno alcanzando velocidades máximas y mínimas lo cual se producen en algunas ocasiones perdidas de carga, veremos si cumple con las dimensiones requeridas.

En el **grafico 11**. Se observa que el coeficiente de flujo ( $Cv$ ) es de  $Cv=45.772$  que corresponde a los parámetros establecidos para válvulas de  $D=3''$  lo cual nos da un indicador del tipo de válvula que se debería emplear en este tramo con un recorrido del vástago abierto es al 58%. También cumple para válvulas de  $D=2.5''$  con una abertura del 89%.



En el **grafico 12**. Se observa que el coeficiente de flujo ( $C_v$ ) es de  $C_v=49.933$  que corresponde a los parámetros establecidos para válvulas de  $D=3"$  lo cual nos da un indicador del tipo de válvula que se debería emplear en este tramo con un recorrido del vástago abierto es al 62%. También cumple para válvulas de  $D=2.5"$  con una abertura del 90% este último en un rango máximo.

En el **grafico 13**. El coeficiente de flujo es de  $C_v=66.577$  con una abertura del 81% en un rango óptimo. Estos resultados guardan relación con lo encontrado por Flores (2014) en su tesis titulada "Estimación numérica de las pérdidas de carga del flujo en el interior de válvulas" donde concluye que, los cambios en el valor de la velocidad dan lugar a la generación de esfuerzos que junto con la turbulencia del flujo propician una mayor disipación de la energía mecánica, esta disipación de energía genera una caída de presión en el flujo, del mismo modo, la caída de presión ( $\Delta P$ ) registrada para los diferentes tipos en el caso de apertura total para la válvula de globo o casi total para los otros modelos de válvulas, tiene un valor de 2,058.11[Pa] para la válvula de globo; 229.58[Pa] para la válvula de esfera; 133.13 [Pa] para la válvula de compuerta; y de 130.45[Pa] para la válvula de mariposa; en estos valores observó una menor caída de presión para las válvulas de bloqueo de tipo esfera, de tipo compuerta y de tipo mariposa, que son diseñadas para trabajo en condiciones de apertura y cierre total y tienen un mejor desempeño; la válvula de globo presenta una caída de presión considerable aún en apertura total sin embargo su diseño permite la estrangulación del flujo con alta presión y un mejor funcionamiento a apertura intermedia entre el cierre total y la apertura máxima. Lo señalado encuentra fundamento en lo referido por Méndez (2022) quien define a las válvulas hidráulicas "Una válvula es elemento mecánico que regula, restringe o detiene la circulación del flujo interno al accionar elementos internos en forma mecánico o algún mecanismo de control" (p. 14). Respecto a la clasificación general de las válvulas hidráulicas, Méndez (2022) refiere lo siguiente: "De maniobra: funcionamiento manual, funcionamiento automático. De regulación: reducción de presión, sostenedoras de presión, sostenedoras retenedoras. De protección: alivio rápido, retención, reductora

de presión, control de bombeo. De control: de altitud, limitadores de caudal, volumétricas, de llenado” (p. 27).

- c. **Proponer el diseño del sistema de riego tecnificado por aspersión**, los terrenos tienen una pendiente del 36 % lo cual no es posible el riego por gravedad por lo que existe un sistema de riego tecnificado por aspersión compuesto por una línea de conducción el cual abastece con agua a un reservorio de  $V=200\text{m}^3$ , red de distribución con tubería PVC de diferentes diámetros de  $D=4"$ ,  $D=3"$ ,  $D=2.5"$  y  $D=2"$  con cámaras romper presiones CRP-07, Válvulas de control según sea la dimensión de la tubería, válvulas de purga. Se propuso los estudios de planteamiento hidráulico lo cual implica la determinación de los componentes hidráulicos en un sistema de riego por aspersión sujeto a una determinada cantidad de terreno lo cual se obtiene mediante el levantamiento topográfico plasmándolo en un esquema hidráulico de las ubicaciones, cantidades de caudal requerida por parcela y desarrollar un plan de riego que pueda beneficiar a todos los usuarios estableciendo turnos, horarios, tipo de aspersores y la eficiencias de estas. Estos hallazgos se asemejan a los encontrados por **Palomino (2016)** en su tesis titulada “Diseño del sistema de riego por aspersión en función a la programación de riego”, en la que determina los parámetros de diseño en el componente de válvulas, para ello analiza las válvulas de aire, de purga y de control, asimismo, busca reducir la presión en los distintos desniveles de la topografía de la zona, para así de esta manera dar un respiro a las válvulas reductoras de presión, los parámetros para el diseño de válvulas es la diferencia de cuotas, la investigación concluye manifestando que el parámetro más determinante en su sistema es el manejo de presiones y tener en cuenta el factor topográfico para evitar desniveles muy pronunciadas. Los resultados presentados encuentran fundamento en el aporte teórico del autor Cavani (2018) quien señala que “El riego por aspersión es un sistema de riego a presión que implica una lluvia uniforme cuyo objetivo es la infiltración en el mismo punto donde caen las gotas” (p. 16). Por otro lado, Ramos y Báez (2013), determinaron que “Los componentes mínimos que debe tener una instalación de riego por aspersión

son: Unidad o grupo de bombeo, tuberías principales y secundarias, hidrantes o bocas de riego, elementos de control y regulación, tubería lateral o ramal de riego” (p. 38).

## VI. CONCLUSIONES

- ✚ Para los cálculos hidráulicos de diseño de válvulas, se realizaron los trabajos de levantamiento topográfico en campo, en gabinete se procesaron los puntos donde se obtuvieron los datos de referencia de pendiente del terreno, cantidad de terreno y la ubicación. Así mismo, se determinó la demanda de agua para la cantidad de terreno que es de 37.00 ha obteniéndose los datos del estudio hidrológico de la cuenca del río Mosna para luego calcular la demanda hídrica de los datos que se encuentran en Senamhi. Concluyendo que las características geométricas del reservorio y la capacidad que alberga es de  $V=200\text{m}^3$ , a partir de ello se logró obtener los cálculos hidráulicos de la red de distribución y finalmente con los datos obtenidos se realizó la evaluación del diseño hidráulico en las válvulas, comparándolos con parámetros ya establecidos para cada tipo de dimensiones de  $D=4"$ ,  $D=3"$ ,  $D=2.5"$  y  $D=2"$  la cual hacen un total de 12 unidades, 03 unidades de cada medida.
- ✚ Respecto a los PARÁMETROS 1,2,3,4, se concluye que a medida que se abre una válvula el recorrido de vástago varía entre el 0% hasta el 100%, cuanto más alto el  $C_v$  es más probable que la dimensión de la válvula sea mayor.
- ✚ En el diseño de válvulas hidráulicas se concluye que existen válvulas que necesitan ser reemplazadas por otras de mayor dimensión para cumplir una función óptima.
- ✚ Finalmente, se concluye que los proyectos de sistema de riego tecnificado por aspersión no cumplen con los diseños adecuados principalmente en la evaluación de los accesorios en este caso como son las válvulas, primero deberá contar con un buen diseño hidráulico lo cual debe implicar la evaluación del tipo de válvulas que deberán emplearse según las normas y parámetros establecidos antes de su implementación.

## VII. RECOMENDACIONES

- ✚ Se recomienda para el diseño hidráulico de válvulas contar con una infraestructura de almacenamiento que es el reservorio en la parte alta de toda la red del sistema de riego por aspersión esto será posible al estudio topográfico del terreno. Así también, los riegos deberán ser programados por tramos o por turnos para de esa manera no sufrir desabastecimiento de agua en los hidrantes.
- ✚ Se recomienda para la evaluación de las válvulas si cumplen con los parámetros y normas en un sistema de riego tecnificado contar con todos los cálculos hidráulicos necesarios tales como las pérdidas de presiones en cada válvula tanto de entrada y de salida, el efecto del golpe de ariete, el tipo de válvulas, entre otros factores que afectan directamente el funcionamiento de las válvulas.
- ✚ Se recomienda en posteriores proyectos de riego tecnificado considerar el coeficiente de descarga ( $C_v$ ) para cada válvula según indica los parámetros ya que esto determinara el dimensionamiento correcto de válvulas que se debe emplear según sea la función que cumpla. Si las válvulas no cumplir con los parámetros establecidos se recomienda la sustitución de estas.
- ✚ Se recomienda realizar el diseño de los tramos de la red de distribución de acuerdo a la topografía del terreno y a la extensión para de esa manera poder ubicar los diferentes componentes de un sistema de riego tecnificado por aspersión. Así también, las cajas de válvulas deberán ser de concreto armado implementado con sus respectivas tapas para así protegerlos de la intemperie y de la manipulación innecesaria.

## REFERENCIAS

- Adolfo Alejandro H. (2018). *Diseño y cálculo de sistema de riego por aspersión para una plantación de diez hectáreas de café en El Zamorano*.
- ANA, (2010). "Manual: criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico". Autoridad nacional del agua.
- Arrascue Ramos, A., & Huaman Acevedo, M. (2021). *Análisis comparativo de sistemas de riego por aspersión y por goteo, distrito de Pucalá, Chiclayo, 2021*. Universidad César Vallejo.
- Barberán Nazareno, J. (2008). *Determinación de los parámetros de productividad en los procesos de carenamiento de buques en el varadero de astinave*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Bonet Pérez, C. (2016). *Análisis de la calidad de riego de dos sistemas por aspersión de producción nacional*. 6 (1).
- C.GUERRERO. (2016). Ingeniería e implementación de un prototipo parcial de una válvula de control de flujo.
- Canal Asesoría educativa (2019) *Mecánica de fluidos*. <https://www.youtube.com/watch?v=KGaPSkf7150>.
- Canal BERMAD Water Control Solutions (2018). *Válvula reductora de presión*. <https://youtu.be/zqJArl6g26k>.
- Canal Dany Winchester (2020). *Ventajas y desventajas de los sistemas de riego por aspersión*.
- Canal EMMSA (2015). *Válvulas Oval - Línea de Riego Agrícola Emma*. <https://youtu.be/LwDIKj-JaYQ>.
- Canal J.C (2018). *Válvulas tipo globo, mariposa, compuerta, esfera*. [https://youtu.be/kTg3m\\_9pLU](https://youtu.be/kTg3m_9pLU).
- Canal JAES Company Español (2021). *Cómo funcionan las válvulas hidráulicas - Los diferentes tipos de válvulas*. <https://youtu.be/mQND5Y4S2sc>.
- Canqueri Chambi, K. (2019). *Diseño de un Sistema de Riego por Aspersión Automatizado y Controlado para el Centro Poblado de Huitaca Sencca*. Universidad Nacional del Altiplano – Puno).

- Carrazón, J. (2007). *“Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego”*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Castellanos, H., Collazos, C., Farfan, J., & Meléndez Pertuz, F. (2017). *Diseño y Construcción de un Canal Hidráulico de Pendiente Variable. Información tecnológica, 28(6)*.
- Cavani Castillo, O. (2018). *Estudio hidráulico del sistema de riego por aspersión en el caserío de Shumay - Ancash*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Comisión de riego tecnificado por aspersión. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/40180/NR26419.pdf?sequence=1>.
- Decreto supremo N° 006-2021-MIDAGRI. *Decreto Supremo que aprueba disposiciones para el otorgamiento de derechos de uso de agua con fines de acuicultura para las categorías productivas de Acuicultura de Recursos Limitados (AREL) y Acuicultura de Micro y Pequeña Empresa (AMYPE)*. Lima 31 de marzo del 2021.
- Facultad de Agronomía - *Riego tecnificado por aspersión*. <http://www.fagro.edu.uy/~hidrologia/riego/Riego%20por%20aspersion.pdf>.
- FLORES, C. (2014). *Estimación numérica de las pérdidas de carga del flujo en el interior de válvulas*. Universidad Nacional Autónoma de México. [http://www.psi.gob.pe/docs/%5Cbiblioteca%5Cmanuales%5Cmanual\\_de\\_supervision\\_sistemas\\_de\\_riego\\_tecnificado.pdf](http://www.psi.gob.pe/docs/%5Cbiblioteca%5Cmanuales%5Cmanual_de_supervision_sistemas_de_riego_tecnificado.pdf).
- Italo A. Torres S. (2007). *Diseño e Instalación de Riego por Aspersión*.
- JIMÉNEZ ESTRADA, C.L (2020). *Mejoramiento de la eficiencia de riego mediante un sistema presurizado por aspersión para el complejo deportivo San Juan Masias de la ciudad de Lambayeque*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- López, A., Inzunza Ibarra, M., Catalán Valencia, E., & Villa Castorena, M. (2013). *Indicadores de eficiencia del agua de riego aplicada en dos sistemas de riego por aspersión*. 13(2), 9-14.

- Malca Abanto, J., & Quiroz Gamboa, R. (2016). *Eficiencia de un sistema de suministro de agua por impulsión utilizando bombas de ariete hidráulico con válvulas en serie y en paralelo*. Universidad Privada del Norte.
- Martínez, O. (2018). *Metodología de Análisis estadístico de roturas en redes de Distribución de Agua*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Mazabel Domínguez, D., & Caldera Ortega, A. (2018). *Capacidades organizativas y gestión del agua en la comunidad de la Virgen, Tarandacua, Guanajuato*. 12(2).
- Méndez Cambell, G. (2022). *Evaluación de los efectos de flujo cavitativo en estrangulamiento aplicado a válvulas hidráulicas*. Universidad Técnica de Ambato.
- MINAGRI (2020). *Manual del Cálculo de Eficiencia para Sistema de Riego*. Oficina de tecnificación del riego manual de supervisión de obras para la instalación de sistemas de riego tecnificado - Ministerio de Agricultura - Perú.
- Olazaval, C. (2021). *Diseño del sistema de riego a presión en los sectores misquillí, pucará, quinche centro y quinche las lajas, parroquia "santa rosa", cantón "ambato"*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Oliver, J. (2018). *"Diseño de válvula reguladora de caudal de chorro hueco para un salto neto máximo de 20 m y un caudal máximo de 15 m<sup>3</sup>/s"*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ortiz, G (2019). *El golpe de ariete en sistemas de abastecimiento de agua potable*.
- Palomino, E. (2016). *Diseño del sistema de riego por aspersión en función a la programación de riego en la comunidad de Urpaypampa*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Palomino, M. (2017). *Diseño de sistema de riego por aspersión para el campus de la universidad César Vallejo en la sede lima norte*.
- Pérez Remesal S.F. y Renedo Estébanez C. (2020). *Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas*. Dto. de Ingeniería Eléctrica y Energética.

Programa de sistema de riego tecnificado.  
[http://www.psi.gob.pe/docs/%5Cbiblioteca%5Cguias%5Cprograma\\_de\\_riego\\_tecnificado.pdf](http://www.psi.gob.pe/docs/%5Cbiblioteca%5Cguias%5Cprograma_de_riego_tecnificado.pdf).

Proyecto de riego por aspersión (2015).  
[http://mades.gov.py/sites/default/files/users/control/pioneros\\_m.nu%C3%B1ez.pdf](http://mades.gov.py/sites/default/files/users/control/pioneros_m.nu%C3%B1ez.pdf).

Ramos Ramos, M., & Báez Rivera, D. (2013). *Diseño y construcción de un sistema de riego por aspersión en una parcela demostrativa en el Cantón Cevallos*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Resolución ministerial N°0507-2015-MINAGRI. *Lineamiento de política y estrategia de Riego 2015-2025*. Lima 15 de octubre del 2015.

Rivadeneira, L. (2013). Software de bomba de ariete hidráulico. 12-23.

Singla, S. (2017). *Control electrónico de válvulas en redes presurizadas. Análisis comparativo de válvulas de mariposa y válvulas hidráulicas tipo globo controladas mediante PLC's*. 1-17.

**ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable 1: Parámetros Hidráulicos en válvulas	Es la característica inherente de flujo que define la relación caudal –apertura del elemento final de control cuando la caída de presión a través de la válvula se mantiene constante. En forma equivalente, la característica del flujo inherente es la relación entre coeficiente de flujo Cv y la apertura. (Carrazon,2007).	La elección de la característica de flujo inherente en la estabilidad y controlabilidad debido a la influencia de la ganancia del cuerpo de la válvula en la ganancia global de los elementos del lazo. (Carrazon,2007).	Diseño Hidráulico	*Caudal (m3/s) *Diametro (mm) *Velocidad (m/s) *Presion (mca)	*Intervalo
			Determinación de Parámetros	*Variación de presiones (Pa) *Coeficiente de Dimensionamiento * Densidad (kg/m3) *Tipo de Flujo	
Variable 2: Sistema de Riego Tecnificado por Aspersión	Es la aplicación de agua en forma de llovizna que rosea de manera controlada su intensidad, tiempo, duración y el área donde se esparce.	Apropiado para regar en zonas de pendientes pronunciadas, praderas con una eficiencia de aplicación del 70%.	Análisis de Resultados	*Cantidad de los Aspersores	*Intervalo
			Capacidades Operativas	*Horas de servicio (hr/dia)	

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 2: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	UNIDAD DE ANÁLISIS Y PLAN DE MUESTREO	METODOLOGÍA
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>POBLACIÓN</b>	
¿Cuáles son los Parámetros Hidráulicos Comparativos en Válvulas para Sistema de Riego Tecnificado por Aspersión en la Localidad de Yanacancha, Huari 2022?	Determinar los Parámetros Hidráulicos Comparativos en Válvulas para Sistema de Riego Tecnificado por Aspersión en la Localidad de Yanacancha, Huari 2022.	Si los parámetros Hidráulicos comparativos en el diseño de las válvulas en el sistema de riego tecnificado contribuirán con el abastecimiento óptimo de agua y el desarrollo sostenible en la Localidad de Yanacancha, Distrito de Chavín, Huari 2022.	Válvulas para un Sistema de Riego Tecnificado por Aspersión en la Provincia de Huari	<b>Tipo</b> Aplicada
	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>		<b>MUESTRA</b>	<b>Diseño</b> No experimental, descriptivo y analítico.
	Evaluar los cálculos hidráulicos en el diseño de válvulas.		Válvulas 40 unidades de las cuales 6 unidades son de 4", 5 unidades de válvulas de 3", 10 unidades de válvulas de 2.5" y 19 unidades de 2".	
	Evaluar las válvulas adecuadas según la normativas y parámetros vigentes.			
	Proponer el diseño del sistema de riego tecnificado por aspersión, de tal manera que el proyecto brinde un servicio constante durante su horizonte programado.			

### Anexo 3: Instrumentos de recolección de Datos

Anexo 2.1: Matriz de Evaluación de expertos para: Ficha de Observación N° 1:  
Levantamiento de topográfico.

FICHA DE DATOS PARA ESTUDIO TOPOGRÁFICO			
LUGAR	LOCALIDAD DE YANACANCHA		
ÁREA	36 Ha		
PROYECTO	PROYECTO DE INVESTIGACION PARA OBTENER EL GRADO DE TITULO PROFESIONAL		
DATOS EXTRAIDOS			
COORDENADAS DEL TERRENO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO			
VERTICE	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
1	8933345.467	257882.320	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
2	8933352.399	257892.143	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
3	8933379.519	257899.146	VÁLVULA DE CONTROL
4	8933462.770	257816.555	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
5	8933465.196	257781.761	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
6	8933414.883	257721.035	VÁLVULA DE CONTROL
7	8933405.601	257633.549	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
8	8933462.788	257627.104	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
9	8933534.249	257587.629	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
10	8933559.945	257578.857	VÁLVULA DE CONTROL
11	8933551.251	257590.026	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
12	8933459.936	257585.409	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
13	8933629.325	257493.089	VÁLVULA DE CONTROL
14	8933652.578	257479.495	VÁLVULA DE CONTROL
15	8933551.245	257325.187	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
16	8933545.045	257323.883	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
17	8933655.587	257262.817	VÁLVULA DE CONTROL
18	8933648.502	257269.478	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
19	8933615.235	257333.809	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
20	8933601.928	257349.802	VÁLVULA DE CONTROL
21	8933584.008	257363.010	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
22	8933545.181	257381.800	VÁLVULA DE CONTROL
23	8933531.802	257377.146	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
24	8933412.325	257354.381	VÁLVULA DE CONTROL
25	8933589.255	257356.381	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
26	8933659.298	257332.385	VÁLVULA DE CONTROL
27	8933965.032	257354.320	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
28	8933659.095	257328.351	VÁLVULA DE CONTROL
29	8933145.445	257374.235	LINEA DE DISTRIBUCIÓN
30	8933259.002	257382.325	VÁLVULA DE CONTROL


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Consejo Departamental Huancayo - HUAYAN  
  
**Ing. Víctor Mejía Quiroz**  
 INGENIERO AGRÍCOLA  
 CIP. N° 74173  
 SUPERVISOR


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Consejo Departamental Huancayo - HUAYAN  
  
**Ing. Romero Bazán Santos Miguel**  
 INGENIERO AGRÍCOLA  
 REG. CIP. N° 91069


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
  
**ING. DANTE TINEO MENDOZA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 90719

## Anexo 4: Validez y confiabilidad de instrumentos de recolección de datos.

Anexo 3.1: Matriz de Evaluación de expertos para: Ficha de Observación N° 2: Evaluación de válvulas.

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación				
Línea de Investigación				
Apellidos y Nombres del Experto				
El Instrumento de medición Pertenece a:		Evaluación de las Válvulas		
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud., tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas formuladas, marcando con "X" en la columna SI o NO Asimismo lo exhorto en la corrección de los ítems, de esa manera indicando sus observaciones y sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable de estudio.				
		Aprecia		
Ítems	Pregunta	SI	NO	Observación
1	¿Es importante saber cuántas válvulas existen en el sistema?	X		Existe 40 Unidades
2	¿Se evaluó las válvulas se encontraron?	X		Se evaluó 12 unidades de 03 unidades de cada tipo de D=3", D=4", D= 2.5" y D=2".
3	¿Existió anteriormente otro tipo de válvulas?	X		Válvulas de compuerta bronce
4	¿Se podrá identificar qué tipo de válvula es más eficiente?	X		Previo diseño Hidráulico
5	¿Existen parámetros hidráulicos deberá cumplir para el diseño de válvulas?	X		El cálculo del coeficiente de flujo (Cv)
6	¿Se podrá evitar problemas hidráulicos en válvulas?	X		Mejor estudio previo a su instalación
7	¿Los desniveles entre válvulas están correctas?		X	No consideraron el estudio hidráulico , se basaron generalmente por la topografía
8	¿Las dimensiones de las válvulas estarán correctas donde se encuentran instaladas?		X	En algunos casos
9	¿El caudal de agua es apropiado en las válvulas?	X		cuenta con buen caudal.
10	¿Qué tipo de válvula recomendaría para un sistema de riego?	X		De acuerdo a los estudios previos y la zona de sus implementación.


**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU**  
*Ing. Víctor Mejía Quiroz*  
 INGENIERO AGRICOLA  
 CIP N° 14174  
 TUPAC-KATIPAN


**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU**  
 CORRELACION INSTITUCIONAL AGRICOLA - HUAYAZ  
*Ing. Romero Barón Santos Miguel*  
 INGENIERO AGRICOLA  
 REG. GR N° 91568


**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU**  
*Ing. Dante Tinco Mendoza*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 90719

## Anexo 5: Validez y confiabilidad de instrumentos de recolección de datos.

Anexo 4.1: Matriz de Evaluación de expertos para: Ficha de Observación N° 3: Estudio del Sistema de Riego por Aspersión.

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Titulo de la investigación				
Linea de Investigación				
Apellidos y Nombres del Experto				
El Instrumento de medición Pertenece a:		Sistema de riego tecnificado por Aspersión		
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud., tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas formuladas, marcando con "X" en la columna SI o NO Asimismo lo exhorto en la corrección de los Items, de esa manera indicando sus observaciones y sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable de estudio.				
Items	Pregunta	Aprecia		Observación
		SI	NO	
1	¿El suelo es bueno para agricultura?	X		Suelo cultivado en un 80%
2	¿Hay acceso permanente a agua?	X		En temporada de estiaje
3	¿Toda la extensión de suelo agrícola cuenta con acceso a agua?	X		El 80% de terreno cuenta con agua
4	¿Se cultiva toda la extensión de lo observado?		X	Característica es un valle productivo
5	¿Existe evidencia de que la comunidad cultiva toda la extensión de los terrenos?	X		Actualmente cultivan y hacen uso del sistema de riego
6	¿Es de necesidad mejorar el funcionamiento del sistema de riego tecnificado?	X		Para el desarrollo sostenible de la población
7	¿En la zona anteriormente ya existió un sistema de riego Tecnificado?	X		Se encuentra en desuso en su totalidad
8	¿El acceso a fuente de agua se ubica arriba de la zona de cultivo?	X		cubriendo en su totalidad el sistema existente
9	¿La topografía de pendiente pronunciado?	X		Completamente inaccesible para fuente de agua por gravedad
10	¿Existe fuente de agua que se ubica por debajo de la zona agrícola?		X	El río moena con un desnivel de 20 a 30 m.
11	¿Existen quebradas que evacuan agua de parte altoandina desembocando al río?	X		Solo en temporadas de lluvia suelen evacuar agua al río moena
12	¿El valle cuenta con plantaciones silvestres?	X		Como son los alisos, pencas en zonas de riego.
13	¿La cuenca es estable?	X		Todo el tiempo
14	¿Hay variación de altura en la creciete del caudal en temporadas de lluvia, que porcentaje?	X		En un 25%
15	¿Utilizan otro tipo de sistema de riego?	X		Riego por gravedad

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
  
**Ing. Victor Mejia Quiroz**  
 INGENIERO AGRICOLA  
 CIP N° 15174  
 TUP 1000000

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
  
**Ing. Romulo Barzán Santos Miguel**  
 INGENIERO AGRICOLA  
 CIP N° 9189

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
  
**ING. DANTE TINCO MENDOZA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 719

## **Anexo 6: Permiso para realizar la investigación.**

### **“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”**

**SOLICITO:** Permiso para realizar trabajo de investigación para la obtención el Título de Ingeniero Civil.

**Señores: AUTORIDADES DE LA COMUNIDAD DE YANACANCHA**

Yo, Elmer Gambini Huaman, identificado con D.N.I. N° 46373983, con domicilio legal en Jr. Carhuaz N°296 del distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, con el debido respeto me presento y expongo lo siguiente:

Que, habiendo culminado la carrera profesional de **Ingeniería Civil**, solicito PERMISO para realizar trabajo de investigación en el Sector de Yanacancha del Centro Poblado de Machac, sobre "Determinación de Parámetros Hidráulicos Comparativos en Válvulas para Sistema de Riego Tecnificado por Aspersión en la Localidad de Yanacancha, Huarí 2022". Para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil.

Proyecto de riego tecnificado

**POR LO EXPUESTO:**

Ruego a usted acceder a mi solicitud.

Huaraz, 10 de abril del 2022.

*Atentamente;*



---

**ELMER GAMBINI HUAMAN**  
D.N.I. N° 46373983

## Anexo 7. Constancia de Autorización

**“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”**

### **CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN**

Mediante el presente documento, certifico y autorizo al Bach. Elmer Gambini Huaman identificado con numero de documento D.N.I N°46373983, se le autoriza para que pueda realizar su trabajo de investigación para la obtención el Título de Ingeniero Civil. Cuyo trabajo consiste en “Determinación de Parámetros Hidráulicos Comparativos en Válvulas en el sistema de riego tecnificado por aspersión en la localidad de Yanachancha del Centro Poblado de Machac, Distrito de Chavín de Huantar”. Del cual doy fe, para los fines correspondientes.

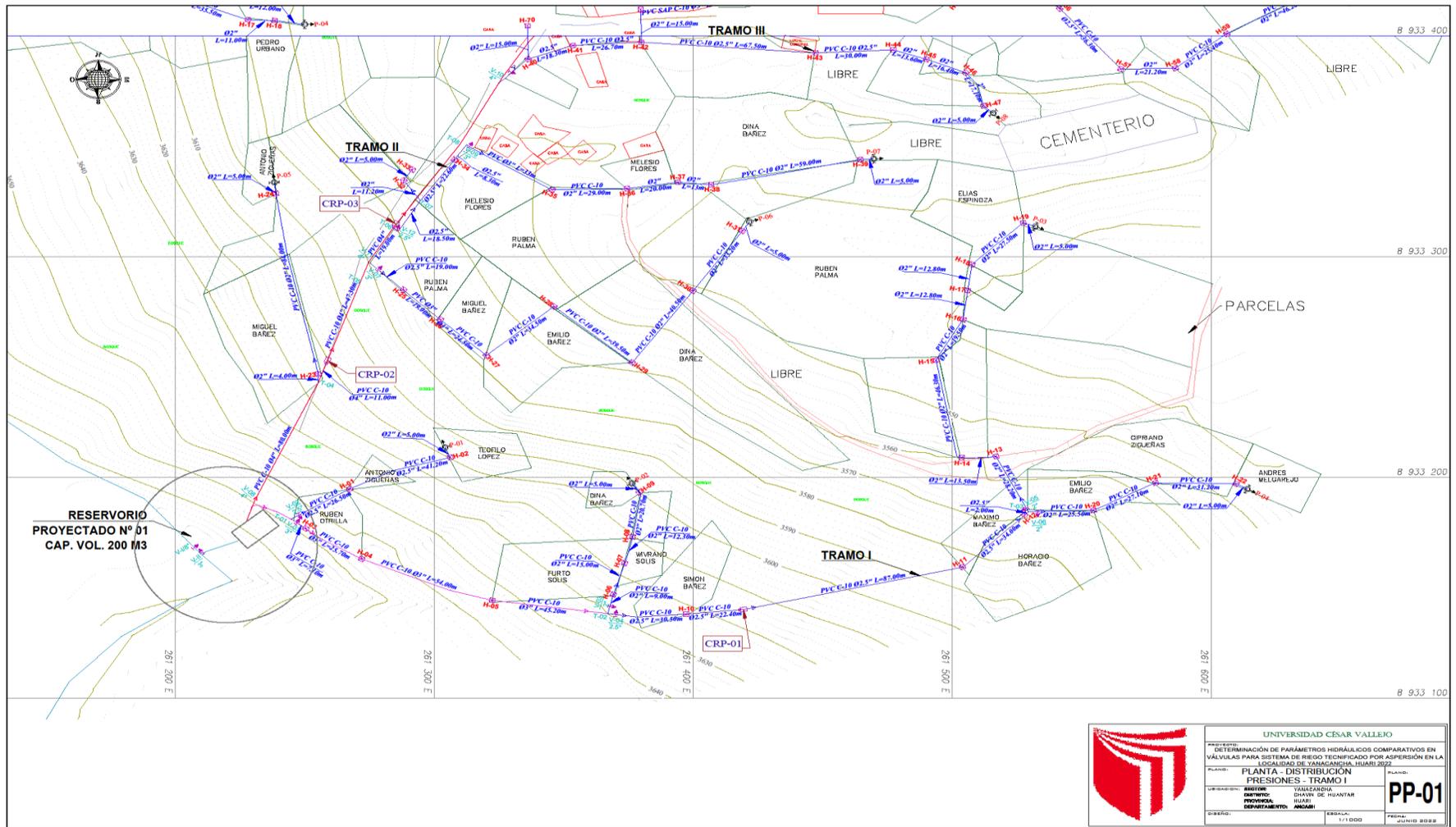
Yanacancha, 11 de abril de 2022.

*Atentamente;*

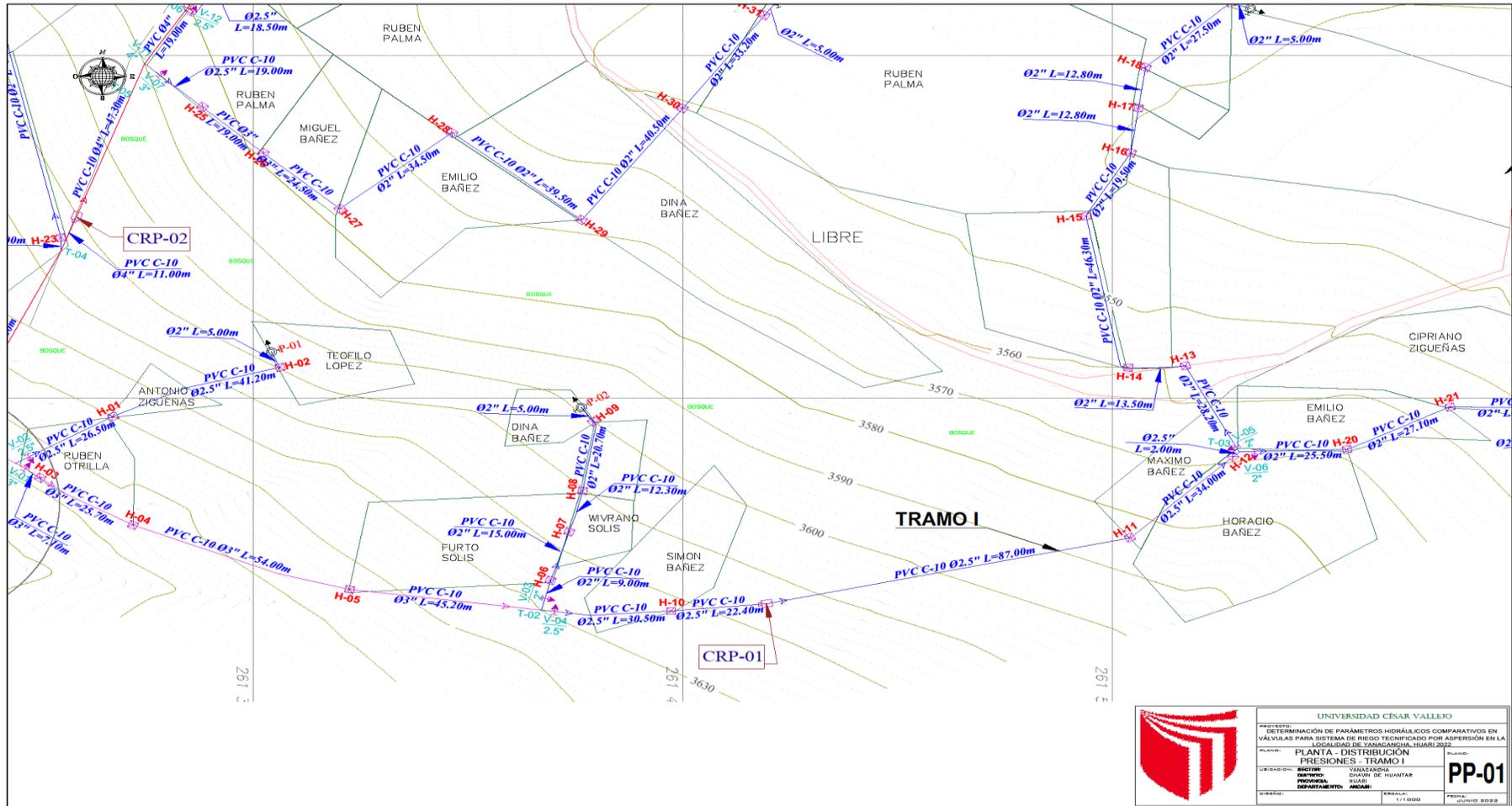


47384330  
*[Handwritten signature]*

# Anexo 8: Plano General.

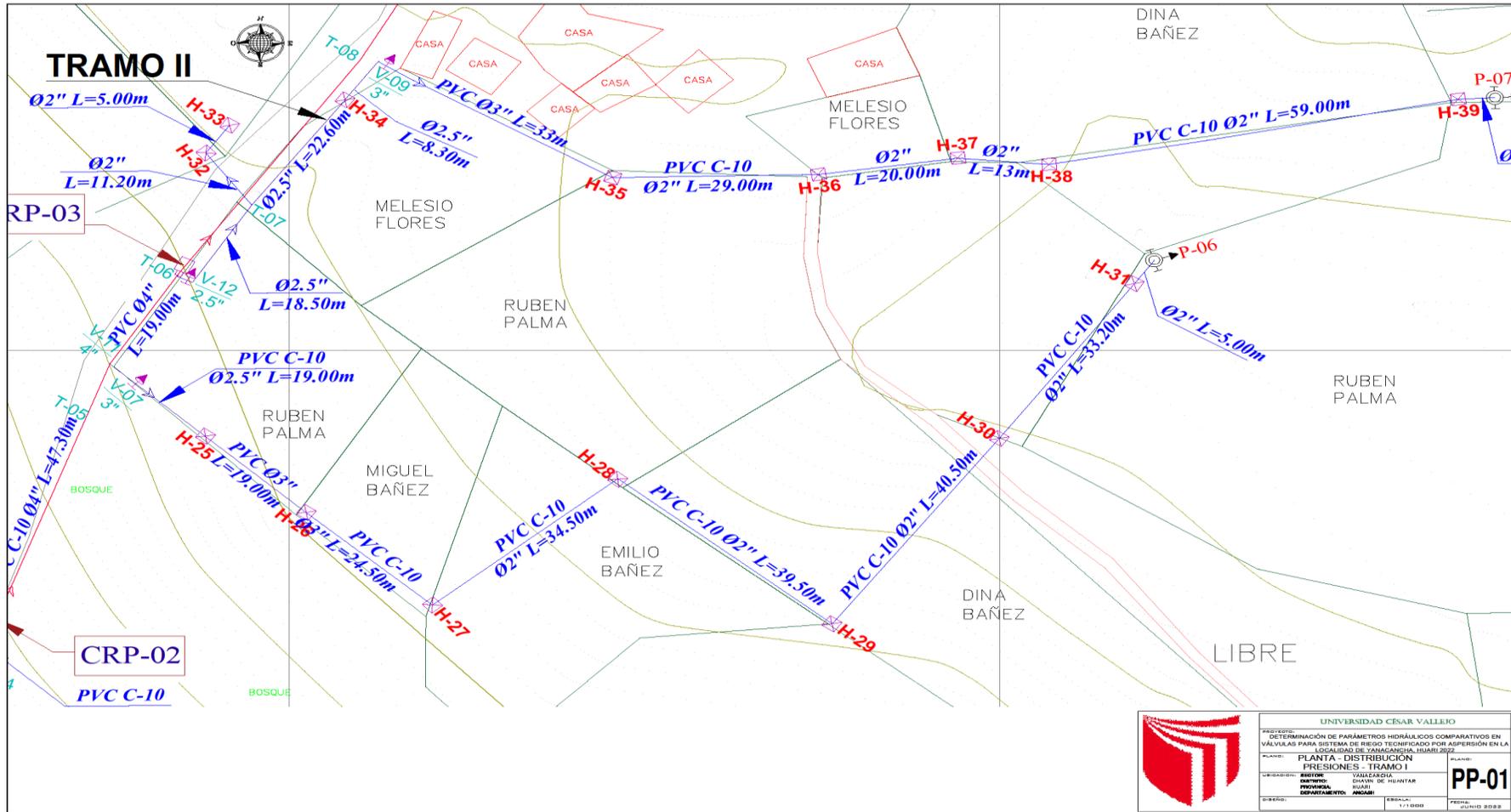


# Anexo 9: Plano del Tramo I.



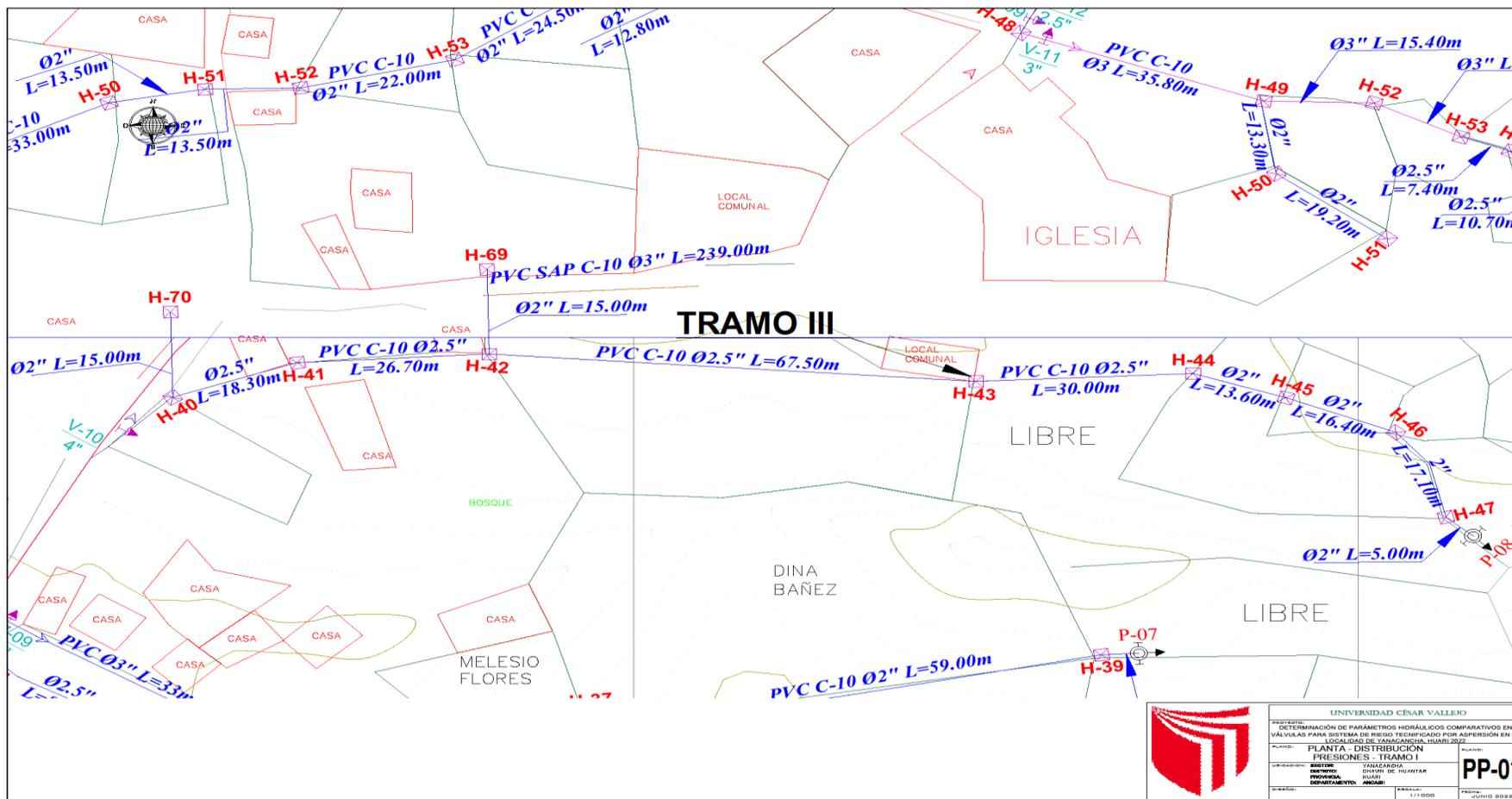
<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>			
DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS COMPARATIVOS EN VALVULAS PARA SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO POR ASPERSIÓN EN LA LOCALIDAD DE TAMAYACANGA, HUARI, 2022			
PLANO:	PLANTA - DISTRIBUCIÓN PRESIONES - TRAMO I	PLANO:	
UBICACIÓN:	HUARI, CANTON DE HUARI, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO ANCAHUE	FECHA:	PP-01
ELABORADO:	14/08/2022	FECHA:	14/08/2022

# Anexo 10: Plano del Tramo II.



		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
		PROYECTO: DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS COMPARATIVOS EN VÁLVULAS PARA SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO POR ASPERSIÓN EN LA LOCALIDAD DE YANAGARCHA, IIRSA 2022	
PLANTA - DISTRIBUCIÓN		PLANO:	
PRESIONES - TRAMO I		FECHA:	
UBICACIÓN:	REGION: YANAGARCHA	PROYECTO: OBRAS DE PUENTE	
DEPARTAMENTO: ANCAH	PROVINCIA: HUARI	FECHA: JUNIO 2022	
DISEÑO:	ESCALA: 1:1000	FECHA: JUNIO 2022	

# Anexo 11: Plano del Tramo III.



## Anexo 12: Panel Fotográfico.



Imagen 1. Trazo y replanteo de la captación.



Imagen 2. Estimación de caudal de ingreso a la red de conducción.



Imagen 3. Reservorio existente de  $V= 200 \text{ m}^3$ .



Imagen 4. Reservorio nuevo  $V= 200 \text{ m}^3$ .



Imagen 5. Válvula de control de  $D=4''$  en el tramo de la red de Distribución.



Imagen 6. Válvula de control de D=3" en el tramo de la red de Distribución.



Imagen 7. Colocación de válvulas en reservorios (Tipo bola de D=4" y Tipo Mariposa con brida de PVC de D=4").



Imagen 8. Vista del estado actual de las válvulas.



Imagen 9. Válvula de bola PVC de D=2".



Imagen 10. Prueba de aspersores.



Imagen 11. Vista del riego por aspersión.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SAGASTEGUI VASQUEZ GERMAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Determinación de parámetros hidráulicos comparativos en válvulas para sistema de riego tecnificado por aspersión en la localidad de Yanacancha, Huari 2022", cuyo autor es GAMBINI HUAMAN ELMER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

HUARAZ, 29 de Setiembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SAGASTEGUI VASQUEZ GERMAN <b>DNI:</b> 45373822 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3182-3352	Firmado electrónicamente por: GSAGASTEGUIVA el 29-09-2022 12:11:50

Código documento Trilce: TRI - 0431489